



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

3 6105 126 586 564

LIBRARY OF THE
Leland Stanford Junior University

ACADEMIC LIBRARY

The Hopkins Library
presented to the
Yeland Stanford Junior University
by Timothy Hopkins.



335.06

C734C

(H)

CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

DEUXIÈME SESSION

MILAN : 17 AU 24 SEPTEMBRE 1887

COMPTE RENDU GÉNÉRAL

PREMIER VOLUME

454

CONGRÈS INTERNATIONAL
DES
CHEMINS DE FER

DEUXIÈME SESSION

MILAN : 17 AU 24 SEPTEMBRE 1887

COMPTE RENDU GÉNÉRAL

PREMIER VOLUME

BRUXELLES
P. WEISSENBRUCH, IMPRIMEUR DU ROI
45, RUE DU POINÇON, 45

1888



71183

AVANT-PROPOS



La Commission internationale a conservé, pour la publication du compte rendu de la deuxième session du Congrès, le système adopté pour celui de la première.

Chacune des questions se présente donc encore sous la forme d'une monographie, comprenant successivement l'exposé, la discussion en section, la discussion en séance plénière et les annexes.

Diverses communications ou motions, ne se rattachant directement à aucun article du questionnaire, ont été faites dans les sections. Elles ont été groupées à la fin du compte rendu dans un chapitre spécial.

Nous attirons l'attention du lecteur sur cette conséquence de la méthode adoptée, que chaque partie du compte rendu a reçu une table et une pagination spéciales. Mais, à chaque page, le numéro de la question a été rappelé en caractères romains au-dessus du chiffre arabe indiquant la pagination.



RÈGLEMENT DE LA DEUXIÈME SESSION

I

Conformément au vœu émis dans la première session du Congrès, tenue à Bruxelles en 1885, l'organisation et la direction de la deuxième session sont assurées par la Commission internationale du Congrès des chemins de fer instituée à Bruxelles. Cette deuxième session sera tenue à Milan du 17 au 24 septembre 1887.

II

Le but du Congrès est de favoriser les progrès de l'industrie des chemins de fer.

Les Gouvernements et les Administrations de chemins de fer ont été invités à continuer de prêter leur concours au Congrès et de s'y faire représenter.

III

Le Congrès se compose :

1° De la Commission internationale et des secrétaires de sections nommés par elle;

2° Des délégués des divers Gouvernements;

3° Des délégués des Administrations de chemins de fer.

Le bureau du Congrès est élu par l'assemblée; il est composé ainsi qu'il suit :

Un président;

Des vice-présidents;

Un secrétaire général;

Des secrétaires.

Les présidents des sections sont de droit membres du bureau.

IV

Le programme des questions à discuter par le Congrès est arrêté par la Commission internationale, qui fait rédiger une analyse des documents transmis à la Commission, ainsi qu'un exposé sommaire et sans conclusions des éléments de chaque question.

Les questions inscrites au programme sont réparties entre cinq sections, savoir :

- 1^{re} section. Voies et travaux ;
- 2^e — Traction et matériel ;
- 3^e — Exploitation ;
- 4^e — Questions d'ordre général ;
- 5^e — Questions spéciales aux chemins de fer secondaires.

Les sections constituent leurs bureaux.

Les questions intéressant à la fois deux sections sont examinées par ces sections réunies.

Les sections ont la liberté de se subdiviser et de nommer des commissions spéciales.

Les séances des sections, et éventuellement des commissions spéciales, ont lieu dans la matinée, de 9 heures à midi.

Le bureau fixe les heures des séances plénières.

Les présidents ont la police des séances, dont ils dirigent les débats suivant les règles en usage dans les assemblées délibérantes.

V

Les discussions ont lieu en français. Des interprètes traduisent les observations présentées en d'autres langues.

La discussion en séance plénière porte sur les questions inscrites au programme définitif, et particulièrement sur celles qui ont été signalées à l'attention du Congrès en section.

A cet effet, la section désigne l'un de ses membres, chargé de préciser devant l'assemblée plénière les points sur lesquels la discussion pourrait le plus utilement porter.

La Commission internationale reçoit et dépose sur le bureau de l'assemblée les mémoires et les documents destinés au Congrès. Elle fait imprimer entièrement

ou partiellement ceux qu'il lui paraît nécessaire de distribuer pour éclairer la discussion des questions du programme.

Ces mémoires et documents doivent lui être remis un mois au moins avant l'ouverture du Congrès.

VI

Les Administrations de chemins de fer peuvent nommer des délégués en nombre correspondant à l'étendue de leur réseau, savoir :

Jusqu'à concurrence de 100 kilomètres.	2 délégués.
Au delà de 100 kilomètres jusqu'à 1,000.	4 —
Au delà de 1,000 kilomètres.	8 —

Les délégués des Administrations de chemins de fer peuvent être choisis en dehors de leurs fonctionnaires.

Le Congrès n'émet ni vote ni vœu, sauf en ce qui concerne les questions relatives à son organisation à son règlement.

Les membres du Congrès ont seuls le droit de prendre part aux discussions ainsi qu'aux votes dont il est fait mention à l'alinéa précédent. Ces votes ont lieu par appel nominal sur la demande expresse de cinq délégués.

Une carte personnelle nominative est délivrée à chacun des membres.

VII

Il est publié par les soins de la Commission internationale un compte rendu complet des travaux du Congrès.

Un exemplaire en est adressé à chaque Gouvernement et Administration de chemin de fer adhérents, ainsi qu'à chaque membre du Congrès ayant assisté aux délibérations.

Ainsi arrêté en séance de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer, le 15 janvier 1887.

QUESTIONNAIRE

QUESTION SPÉCIALE

I

RÈGLEMENT DU CONGRÈS. — Examen du projet de règlement des sessions du Congrès des chemins de fer et du projet de statuts de la Commission internationale.

1^{re} SECTION. — VOIES ET TRAVAUX.

II

TRAVERSES MÉTALLIQUES. — Quelles conclusions peut-on tirer, au double point de vue économique et technique, des derniers résultats obtenus dans l'emploi des traverses métalliques?

III

PONTS MÉTALLIQUES. — Quels sont les résultats obtenus par l'emploi de l'acier dans la construction des ponts métalliques, et quelle extension peut-on donner à l'usage de ce métal dans ce genre de construction?

IV

ENTRETIEN DES VOIES. — Quel est le meilleur système d'entretien des voies au point de vue de l'économie et de la sécurité (affermage, primes au personnel, personnel auxiliaire, emploi accidentel d'ouvriers à la journée)?

V

MESURES CONTRE LES NEIGES. — Quelles sont les précautions à prendre pour éviter les encombrements des voies par les neiges, et quels sont les systèmes les

plus efficaces et les plus économiques pour le déblayage des voies (paraneiges, chasse-neiges, wagons brise-glace, recrutement des ouvriers à affecter temporairement à ce service)?

VI

et 2^e sections
réunies. VOIES TRÈS FATIGUÉES. — Quelle est l'influence des conditions d'établissement des voies ferrées à grande circulation sur les dépenses d'entretien, tant de la voie elle-même que du matériel roulant?

2^e SECTION. — TRACTION ET MATÉRIEL.

VII

ROULEMENT DES MÉCANICIENS. — Roulement du personnel des mécaniciens, notamment au point de vue :

- A. D'une meilleure utilisation des machines;
- B. D'une juste distribution du travail en tenant compte des différentes saisons, de la complexion du service et des conditions hygiéniques des zones parcourues.

VIII

MATÉRIEL A VOYAGEURS. — Examen et discussion des conditions de construction et de montage du matériel à voyageurs, notamment, au point de vue :

- A. De l'utilité d'équilibrer les roues;
- B. De la suspension;
- C. Des limites dans lesquelles il est utile de réduire le poids des voitures et les moyens les plus pratiques pour arriver à ce résultat.

IX

LOCOMOTIVES.

A. *Suspension; principe compound; nature du métal; adhérence des roues.* — Quelles sont les meilleures conditions de construction des locomotives, notamment au point de vue :

- 1^o De l'influence de la suspension sur les dépenses d'entretien;
- 2^o De l'application du principe compound ;
- 3^o De la nature du métal à employer pour les chaudières, les tubes à fumée, les entretoises, etc. ;

4° de l'emploi du jet d'eau ou de vapeur pour augmenter l'adhérence des roues de la locomotive sur les rails?

B. *Réparations dans les dépôts.* — Jusqu'à quelle limite convient-il d'exécuter, dans les dépôts, les réparations des locomotives?

X

GRAISSAGE. — Quel est le meilleur mode de graissage et le meilleur système de boîtes à graisse?

XI

PRIMES. — Quel est le meilleur système de primes employé pour la réparation du matériel roulant et pour le service des locomotives?

XII

FREINS. — Quelles conclusions peut-on tirer, au double point de vue économique et technique, des derniers résultats obtenus par l'emploi des freins continus, automatiques ou non (trains de voyageurs et trains de marchandises)?

XIII

ÉCLAIRAGE ET CHAUFFAGE DES TRAINS.

A. *Éclairage des trains.* — Quels sont les résultats obtenus par les nouveaux modes d'éclairage des trains (pétrole, électricité, etc.)?

B. *Chauffage des trains.* — Quels sont les résultats obtenus par les nouveaux modes de chauffage des trains?

5° SECTION. — EXPLOITATION.

XIV

CONTRÔLE DES VOYAGEURS. — Quels sont les moyens les plus efficaces pour assurer le contrôle des voyageurs?

XV

TRAINS DE VOYAGEURS. — Quelles sont les conditions les plus favorables d'organisation des trains de voyageurs sur les lignes de premier ordre (division ration-

nelle des trains en catégories; nombre de classes de voitures à adopter dans chacune d'elles)?

XVI

MOUVEMENT DES MARCHANDISES.

A. Quelles sont les conditions les plus favorables d'organisation du mouvement des marchandises en charges complètes?

B. Quelles sont les mesures les plus propres à diminuer les frais que comporte le transport des charges incomplètes?

XVII

LIGNES A FAIBLE TRAFIC.

A. Quelles sont les simplifications que comporte l'exploitation économique des lignes à faible trafic?

B. Serait-il possible d'affermier le service des petites stations et, dans l'affirmative, quelles précautions faudrait-il prendre pour garantir la sûreté du service?

XVIII

MANŒUVRES DE GARE. — Quels sont les meilleurs moyens d'effectuer les manœuvres de gare au point de vue de l'économie et de la sécurité?

XIX

7 et 8 sections
régionales. ÉCLAIRAGE DES GARES. — Quels sont les résultats des dernières expériences tentées pour l'éclairage des gares (gaz et électricité)?

4^e SECTION. — QUESTIONS D'ORDRE GÉNÉRAL.

XX

PERSONNEL.

A. Organisation, recrutement et formation du personnel (employés et ouvriers).

B. Emploi des femmes.

XXI

RÉMUNÉRATION DES EMPLOYÉS. — Quel est le meilleur moyen de rémunérer les employés et de les intéresser aux économies de l'exploitation?

XXII

INSTITUTIONS DE PRÉVOYANCE. — Institutions de prévoyance en faveur des employés et des ouvriers de chemins de fer.

XXIII

IMPÔTS ET TAXES.

A. Dans quelle mesure les impôts et taxes spéciaux ou généraux frappent-ils les chemins de fer dans les divers pays?

B. Quels sont, dans l'intérêt du développement et de l'existence des chemins de fer, les dégrèvements qu'il y aurait lieu de poursuivre, notamment en ce qui concerne les chemins de fer secondaires?

XXIV

RELATIONS INTERNATIONALES. — Moyens de développer les relations internationales entre les Administrations de chemins de fer.

XXV

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES. — Recherche et comparaison des renseignements techniques.

5^e SECTION. — QUESTIONS SPÉCIALES AUX CHEMINS DE FER SECONDAIRES.

XXVI

DISPOSITIONS GÉNÉRALES DES CHEMINS DE FER SECONDAIRES. — Quelles sont les dispositions générales de voies, de gares, de bâtiments, de signaux, de matériel roulant, etc., les plus favorables pour l'exploitation des chemins de fer secondaires, d'après les différents écartements?

XXVII

TRACTION DES CHEMINS DE FER SECONDAIRES. — Quel est le meilleur emploi, dans les chemins de fer secondaires, des principaux moteurs et modes de traction spéciaux (moteurs électriques, à air comprimé, à eau chaude, à soude, à gaz; systèmes de traction à crémaillère, à câble continu, etc., etc.)?

XXVIII

FREINS DES CHEMINS DE FER SECONDAIRES. — Quels sont les freins qu'il y aurait lieu d'adopter pour assurer la circulation des trains empruntant les routes, afin de garantir la sécurité tout en augmentant la vitesse?

XXIX

TRANSBORDEMENT. — Quels sont les moyens les plus pratiques pour faciliter les échanges de voyageurs et de marchandises entre les chemins de fer secondaires à écartement étroit et les chemins de fer à grand trafic, au double point de vue :

- A. Des relations (échange de voyageurs, transbordement des marchandises);
- B. Du règlement de ces relations?

XXX

AFFLUENTS DE TRANSPORT.

A. Les chemins de fer secondaires étant essentiellement considérés comme affluents de transport, comment doivent être classées les stations de jonction pour les chemins de fer à écartement différent ?

B. Quand faut-il un service de communauté ou des services séparés ?

C. Dans le cas des services séparés, n'y a-t-il pas lieu de les assimiler aux raccordements industriels ?

XXXI

NORMES DU MATÉRIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER SECONDAIRES. — N'y a-t-il pas lieu de provoquer une entente pour l'adoption de normes — spécialement en ce qui concerne les appareils de choc et d'attelage — afin de faciliter l'échange du matériel roulant ?

XXXII

CONTRÔLE DES VOYAGEURS DES CHEMINS DE FER SECONDAIRES. — Quels sont les moyens les plus efficaces pour assurer le contrôle des voyageurs, et notamment quel est le meilleur système de coupons à employer à cet effet ?

—



MEMBRES DU CONGRÈS ⁽¹⁾

(ART. III DU RÈGLEMENT)

A. — Commission internationale.

Président :

M. FASSIAUX, secrétaire général du Département des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique.

Membres :

MM. FREDRIK ALMGREN*, administrateur des chemins de fer de l'État suédois ;
BÉLA AMBROZOVICS, conseiller de section au Ministère royal hongrois des travaux publics ;
BELPAIRE, administrateur des Chemins de fer de l'État belge ;
BERGER*, administrateur inspecteur général des ponts et chaussées de Belgique ;
le commandeur BORGNI, ingénieur, directeur général de la Société italienne des chemins de fer de l'Adriatique ;
BRAME, inspecteur général des ponts et chaussées de France, président du comité d'exploitation technique des chemins de fer ;
le commandeur FRANÇOIS BRIOSCHI, sénateur du royaume d'Italie ;
DE BRUYN, membre de la Chambre des représentants, président de la Société nationale des chemins de fer vicinaux de Belgique ;
DUBOIS, administrateur des chemins de fer de l'État belge ;
TONY DUTREUX*, ingénieur civil, membre de la Chambre des députés du grand-duché de Luxembourg ;

(¹) Les membres dont le nom est suivi d'un astérisque n'ont pas été présents au Congrès.

- MM.** Sir ANDREW FAIRBAIRN, ancien membre du Parlement anglais, administrateur du Great Northern Railway ;
GRIOLET, vice-président du conseil d'administration de la Compagnie des chemins de fer du Nord français ;
LAMAL, directeur général des ponts et chaussées de Belgique ;
le commandeur MATHIAS MASSA, ingénieur, directeur général de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;
le commandeur UBALDINO PERUZZI, député au Parlement d'Italie ;
PHILIPPE, inspecteur général des lignes Nord-belges ;
le baron PRISSE, directeur gérant honoraire du chemin de fer belge d'Anvers à Gand ;
le commandeur GAETAN RATTI, ingénieur, vice-directeur général de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;
THIELEN*, président de la direction royale d'Elberfeld des chemins de fer de l'État prussien ;
JULES URBAN, directeur général du chemin de fer Grand Central Belge, président de la Société générale belge des chemins de fer économiques, des tramways interprovinciaux de Milan-Bergame-Crémone, des tramways napolitains, etc., etc. ;
VAN KERKWIJK, membre de la seconde Chambre des États-Généraux des Pays-Bas ;
VON LEBER, inspecteur du corps I. et R. de la surveillance générale des chemins de fer de l'Autriche ;
WERCHOWSKY, conseiller d'État actuel, ingénieur, inspecteur en chef de l'inspection générale des chemins de fer de la Russie.

Secrétaire général :

M. AUGUSTE DE LAVELEYE, ingénieur.

Secrétaire :

M. EUGÈNE KESTELOOT, chef de division au Département des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique.

Secrétaires adjoints :

MM. ÉDOUARD HOLEMANS, chef de bureau au même Département ;
LOUIS WEISSENBRUCH, ingénieur au même Département.

B. — Comité de direction.

Président :

M. FASSIAUX, ci-dessus désigné.

Membres :

MM. BELPAIRE, ci-dessus désigné ;

DE BRUYN, —

DE LAVELEYE, —

FAIRBAIRN, —

GRIOLET, —

VAN KERKWIJK, —

Secrétaire :

M. EUGÈNE KESTELOOT, ci-dessus désigné.

Secrétaire adjoint :

M. LOUIS WEISSENBRUCH, ci-dessus désigné.

Trésorier :

M. ÉDOUARD HOLEMANS, ci-dessus désigné.

C. — Secrétaires de section nommés par la Commission internationale.

MM. ALZONA, ingénieur, chef du bureau central de la traction de la Société italienne des chemins de fer de l'Adriatique ;

BANDERALI, ingénieur chargé du service central du matériel et de la traction du chemin de fer du Nord français ;

BARSANTI, ingénieur, chef de division de la Société italienne des chemins de fer de l'Adriatique ;

BELLEROCHÉ, ingénieur chef de service au chemin de fer Grand Central Belge ;

le chevalier J. BERTOLDO, ingénieur, chef des ateliers du matériel de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

le chevalier H. BRASCHI, avocat, inspecteur de la comptabilité centrale de la même Société ;

CAJO, ingénieur, chef de division de la Société italienne des chemins de fer de l'Adriatique ;

MM. le chevalier C. CANDELLERO, ingénieur, chef de section de l'entretien, surveillance et travaux de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

CH. CERVINI, ingénieur, chef de section principal du matériel de la même Société ;

COSSMANN, ingénieur du service technique de l'exploitation des chemins de fer du Nord français ;

le chevalier F. CROTTI, ingénieur, chef de section de l'entretien, surveillance et travaux de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

DE BUSSCHERE, ingénieur à la direction des voies et travaux du chemin de fer de l'État belge ;

DEJAER, ingénieur en chef à la direction de la traction et du matériel du même chemin de fer ;

DERY, ingénieur en chef à la direction de la traction et du matériel du même chemin de fer ;

le chevalier S. FADDA, ingénieur, chef des ateliers du matériel à Naples de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

le chevalier FAIFOER, docteur en loi, inspecteur principal de la direction générale de la même Société ;

GONDRY, ingénieur en chef, directeur d'administration au chemin de fer de l'État belge ;

HODEIGE, ingénieur à la direction de la traction et du matériel du même chemin de fer ;

HUBERT, ingénieur en chef, inspecteur à la direction de la traction et du matériel du même chemin de fer ;

HUBERTI, ingénieur, professeur à l'Université de Bruxelles ;

V. KLEMMING, inspecteur du matériel roulant des chemins de fer de l'État suédois ;

KOWALSKI, ingénieur en chef du service central du chemin de fer algérien Bône-Guelma et prolongements ;

le chevalier JOSEPH LAMPUGNANI, ingénieur, secrétaire en chef de la Direction générale de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

G. MICHELET*, administrateur de la Compagnie générale belge des chemins de fer secondaires ;

- MM.** le chevalier **L. MOLteni***, ingénieur, inspecteur principal du mouvement et du trafic de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée;
NIELS, inspecteur à la direction de l'exploitation du chemin de fer de l'État belge;
le chevalier **PERUCCA**, inspecteur principal des tarifs de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée;
L. PIÉRON, ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché au chemin de fer du Nord français;
ROCCA, Ingénieur, sous-inspecteur à la direction générale de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée;
SEGRÉ, ingénieur, chef de section de la Société italienne des chemins de fer de l'Adriatique;
le chevalier **F. SERENA**, ingénieur, inspecteur du mouvement et du trafic de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée;
SIEGLER, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur en chef adjoint de la voie au chemin de fer de l'Est français;
le chevalier **J. SILVOLA**, ingénieur, chef de section principal du matériel de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée;
SOLACROUP, ingénieur en chef adjoint à l'ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer français de Paris à Orléans;
TERMIDORO, inspecteur principal de la direction générale de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée;
P. VEROLE, ingénieur, chef de l'atelier du matériel de la même Société
VALENZIANI, chef de la délégation à Rome de la même Société.
L. WEISSENBRUCH, ingénieur au Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique.

D. — Délégués des Gouvernements et des Administrations de chemins de fer adhérents.

I. — ALLEMAGNE.

Chemin de fer de Holstein-Marche ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Lübeck-Büchen ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

Chemin de fer de Weimar-Gera. — M. ERNEST KOHL*, conseiller de construction, directeur.

Tramways à vapeur et chemins de fer secondaires de Mulhouse. — MM. J. GRANDJEAN, président du conseil d'administration; A. CHASSIN, ingénieur, directeur.

II. — ARGENTINE (RÉPUBLIQUE).

Gouvernement argentin (Ministère de l'intérieur). — DON CARLOS STEGMANN*, ingénieur; M. ÉMILE ROSETTI*, ingénieur.

Chemin de fer de Buenos-Ayres et Rosario ⁽¹⁾.

III. — AUTRICHE-HONGRIE.

Gouvernement autrichien (Ministère du commerce). — M. MAX VON LEBER, inspecteur du corps I. et R. de la surveillance générale des chemins de fer de l'Autriche.

Gouvernement hongrois (Ministère des travaux publics). — M. BÉLA AMBROZOVICS, conseiller ministériel.

Chemins de fer de l'État autrichien. — MM. le D^r FERDINAND ZEHETNER, conseiller de régence I. et R., conseiller général de direction; le D^r VICTOR ROLL, inspecteur en chef.

Chemins de fer de l'État hongrois. — MM. JULES DE LUDVICH*, conseiller ministériel, président-directeur; AUGUSTIN WALTHER, directeur.

Chemins de fer de l'État (Société autrichienne-hongroise privilégiée des). — M. FÉLIX-LOUIS RASPI, conseiller du gouvernement I. et R., secrétaire général de la Société.

Chemins de fer unis d'Arad et de Csanad. — M. BENI DE BOROS, député au Parlement hongrois, directeur général.

Chemin de fer de Kaschau-Oderberg. — M. DE MAISTRE*, conseiller I. et R. d'Autriche, directeur général de la Société.

Chemin de fer de Lemberg-Czernowitz-Jassy. — MM. EM. A. ZIFFER*, ingénieur, membre du conseil d'administration; ANT. P. KUHNELT*, conseiller de régence, secrétaire général de la Compagnie; ADOLPHE SCHLOSSER, inspecteur.

(¹) Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

Chemin de fer Nord-Empereur Ferdinand. — MM. ALFRED LENZ, ingénieur, membre du conseil d'administration ; RICHARD JEITTELES, conseiller aulique, président de la direction ; D^r ANTON BEZECNY, conseiller de régence, secrétaire général de la Société.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande. — MM. ACHILLE THOMMEN*, conseiller supérieur de construction, membre du conseil d'administration ; HOHENEGGER, directeur de construction.

Chemin de fer de l'Ouest hongrois ⁽¹⁾.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche. — MM. SCHUELER*, directeur général ; PACKENY, directeur commercial ; GOELSDÖRF, directeur ; OSCAR SCHUELER, inspecteur de l'exploitation.

IV. — BELGIQUE.

Gouvernement belge (Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes). — M. FASSIAUX, secrétaire général du département.

Chemins de fer de l'État. — MM. BELPAIRE, administrateur ; DUBOIS, administrateur ; GONDRIY, ingénieur en chef directeur d'administration ; HUBERT, ingénieur en chef, inspecteur de direction ; NIELS, inspecteur ; DE JAER, ingénieur en chef ; DE BUSSCHERE, ingénieur ; HODEIGE, ingénieur ; DERY, ingénieur ; HUBERTI, ingénieur, professeur à l'université de Bruxelles.

Administration des ponts et chaussées : chemins de fer en construction. — MM. LAMAL, directeur général des ponts et chaussées ; BERGER*, administrateur, inspecteur général des ponts et chaussées ; LEON DEROTE, ingénieur en chef, directeur des chemins de fer en construction.

Chemin de fer d'Anvers à Gand. — MM. A. BOEYE*, administrateur ; E. PRISSE, sous-directeur.

Chemin de fer de Braine-le-Comte à Gand. — M. G. BOËL, administrateur directeur gérant.

Chemin de fer de Chimay. — MM. DOGNEE, administrateur ; le comte DE VILLEMONT, administrateur.

⁽¹⁾ Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

Chemin de fer de la Flandre occidentale. — MM. ERNEST RUFFER*, président du conseil d'administration; J.-A. RADCLIFFE*, membre du conseil d'administration; A. CHANTRELL*, directeur gérant; E. VAN DEN BOGAERDE*, directeur de l'exploitation.

Chemin de fer de Gand-Eecloo-Bruges. — MM. RENÉ AERNAUT, administrateur; L. NEELEMANS, directeur gérant.

Chemin de fer de Gand à Terneuzen. — M. E. MONNON*, directeur gérant.

Chemin de fer Grand Central Belge. — MM. JULES URBAN, président de la Société générale belge des chemins de fer économiques, directeur général; V. DESPRET*, ingénieur en chef directeur; CH. LEBON, ingénieur en chef directeur; G. HARTEN, ingénieur chef de service; BELLEROCHÉ, ingénieur chef de service; ALBERT URBAN, ingénieur chef de service.

Chemin de fer de Hasselt à Maeseyck. — MM. ARMAND FOCQUET, administrateur délégué; P.-L. NOISIER, directeur chef de l'exploitation.

Chemin de fer de Liège à Maestricht. — MM. A. CLERMONT, directeur gérant; U. HENNEBUYSSE, chef du mouvement.

Chemin de fer de Malines à Terneuzen. — MM. LAMQUET, directeur gérant; VAN CANTFORT*, inspecteur chef de service.

Chemin de fer du Nord (lignes nord-belges). — MM. PHILIPPE, inspecteur général; GEOFFROY, inspecteur du matériel et de la traction; BERNARD, ingénieur de la voie.

Chemin de fer de Tavers à Embresin ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Termonde à Saint-Nicolas. — MM. ALFRED ANCION, membre de la Chambre des représentants, ingénieur, administrateur; CRIQUILLION, ingénieur, administrateur.

Chemin de fer de Tournai à Jurbise et de Landen à Hasselt. — MM. JOSEPH DUWEZ, ingénieur, délégué de la Compagnie.

Chemins de fer vicinaux (Société nationale des). — MM. L. DE BRUYN, membre de la Chambre des représentants, président du conseil d'administration; WELLENS, vice-président du conseil d'administration; DE BURLET, directeur général; LEBRUN, secrétaire général.

(1) Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

Chemins de fer économiques (Société générale de). — M ingénieur, administrateur; JULES JACOBS, ingénieur, admi DE BACKER*, ingénieur, directeur de la Société; ÉDOUARD directeur du bureau de construction à Milan.

Chemins de fer secondaires (Compagnie générale de MICHELET*, administrateur délégué; P. LIENART; ÉMILE M l'exploitation; GUILLAUME RIGONI, directeur des tramways vince de Brescia.

Compagnie auxiliaire internationale de chemins d LAVELEYE, administrateur; E. VON GIENANTH, directeur.

Compagnie internationale des wagons-lits et des gra — MM. NAGELMACKERS, directeur général; LECHAT, so agent général.

V. — BRÉSIL.

Gouvernement brésilien (Ministère des travaux pu l'agriculture) (¹).

Chemins de fer brésiliens (Compagnie générale de CELET, secrétaire de la Compagnie.

Chemin de fer impérial brésilien Natal et Nova-C. président du conseil d'administration.

Chemins de fer sud-brésilien Rio Grande do Sul chef de la commission du ministère des travaux p

VI. — BULGARIE

Gouvernement bulgare (Ministère des finances — M. POROFF*, directeur des travaux publics.

VII. — CHILI

Gouvernement chilien. — M. PABLO MASE cière du gouvernement du Chili à Paris.

(¹) Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Con

ar;
ent.
ation;
en chef

de la Compagnie; GLASSER*,
 us-chef de l'exploita-
 nouvelles; HAUSSE*,
 s; MILLET*, ingénieur
 ar de la traction.

dent du conseil d'admi-
 tration; FÉLIX MATHIAS*,
 eur en chef des ponts et
 Ed. DELEBECQUE, ingénieur
 ingénieur principal de la trac-
 ussées, ingénieur principal
 voies et des bâtiments; BAN-
 a matériel et de la traction;
 ice technique de l'exploitation.

*, directeur de la Compagnie;
 eur en chef, conseil de la Com-
 tretien et de la surveillance de la
 riel et de la traction; BOUISSE*,
 ingénieur des études du matériel et
 ivement.

Méditerranée. — MM. NOBLEMAIRE*,
 ; ROEDERER*, sous-chef de l'exploitation;
 de la traction; JULES MICHEL, ingénieur

— MM. HEURTEAU, directeur de la Com-
 al; CAZAVAN, ingénieur conseil; POLONCEAU,
 la traction; BRIÈRE, ingénieur en chef de la
 d'adjoint à l'ingénieur en chef du matériel et
 r des services techniques de l'exploitation.

— MM. ÉDOUARD EMPAIN, administrateur; TOUS-
 ponts et chaussées; GABRIEL MESTREIT, ingénieur

à la frontière belge (Mines d'Anzin). — MM. GUARY*,
 ADE, secrétaire général.

Chemins de fer de Tarragone à Barcelone et à la France. — M. MANUEL DE ARAMBURU Y PELAYO, ingénieur en chef des ponts et chaussées d'Espagne, chef de l'exploitation.

XI. — ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

Pensylvania Railroad. — M. ELY, ingénieur en chef du matériel et de la traction.

XII. — FRANCE ET ALGÉRIE.

Gouvernement français :

a) *Ministère des travaux publics.* — MM. LAX, directeur des chemins de fer au Ministère des travaux publics; BRAME, inspecteur général des ponts et chaussées, président du comité d'exploitation technique des chemins de fer; WORMS DE ROMILLY, ingénieur en chef des mines, attaché au contrôle des mines du réseau de la Méditerranée; METZGER*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché au cabinet du directeur des chemins de fer.

b) *Ministère des travaux publics, du commerce et de l'industrie.* — M. ALFRED PICARD, inspecteur général des ponts et chaussées, président de la section des travaux publics au conseil d'État.

Chemins de fer de l'État. — MM. MARTIN*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef adjoint à la direction; HUGUET, ingénieur en chef attaché à la direction; MATROT, ingénieur en chef des mines, chef de l'exploitation; BRICKA, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef de la voie et des bâtiments; LOUIS PARENT, ingénieur en chef du matériel et de la traction.

Chemin de fer de Bayonne-Anglet-Biarritz. — M. MALLET, ingénieur conseil de la Société.

Chemin de fer de ceinture de Paris. — MM. DUBOIS*, sous-directeur; G. CERBELAUD, ingénieur des arts et manufactures, inspecteur du mouvement.

Chemin de fer de l'Est. — MM. BARABANT, chef adjoint de l'exploitation; ALBERT JACQMIN, inspecteur général de l'exploitation; SIEGLER, ingénieur en chef adjoint au service de la voie; DIEUDONNÉ, ingénieur du matériel roulant.

Chemin de fer du Midi. — MM. BLAGE*, directeur de la Compagnie; GLASSER*, sous-directeur; DAMAS*, chef de l'exploitation; GOGUEL*, sous-chef de l'exploitation; CHORON*, ingénieur en chef de la voie et des lignes nouvelles; HAUSSER*, ingénieur en chef adjoint de la voie et des lignes nouvelles; MILLET*, ingénieur en chef du matériel et de la traction; LABROUE*, ingénieur de la traction.

Chemin de fer du Nord. — MM. LEON SAY, vice-président du conseil d'administration; GRIOLET, vice-président du conseil d'administration; FELIX MATHIAS*, ingénieur chef de l'exploitation; A. SARTIAUX*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur chef de l'exploitation adjoint; ED. DELEBECQUE, ingénieur chef du matériel et de la traction; FD. MATHIAS*, ingénieur principal de la traction; AGNELLET, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur principal des services centraux, des études, du matériel, des voies et des bâtiments; BANDERALI, ingénieur chargé du service central du matériel et de la traction; PIERON, ingénieur; COSSMANN, ingénieur du service technique de l'exploitation.

Chemin de fer de l'Ouest. — MM. MARIN*, directeur de la Compagnie; CLERC*, directeur des travaux; MAYER, ingénieur en chef, conseil de la Compagnie; MORLIÈRE*, ingénieur en chef de l'entretien et de la surveillance de la voie; CLÉRAULT*, ingénieur en chef du matériel et de la traction; BOUISSON*, ingénieur du matériel fixe; MORANDIÈRE, ingénieur des études du matériel et de la traction; LEFÈVRE, sous-chef du mouvement.

Chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — MM. NOBLEMAIRE*, directeur; PICARD, chef de l'exploitation; ROEDERER*, sous-chef de l'exploitation; HENRY, ingénieur en chef du matériel et de la traction; JULES MICHEL, ingénieur en chef adjoint du service de la voie.

Chemin de fer de Paris à Orléans. — MM. HEURTEAU, directeur de la Compagnie; COURRAS, secrétaire général; CAZAVAN, ingénieur conseil; POLONCEAU, ingénieur en chef du matériel et de la traction; BRIÈRE, ingénieur en chef de la voie; SOLACROUP, ingénieur en chef adjoint à l'ingénieur en chef du matériel et de la traction; HÉRARD, ingénieur des services techniques de l'exploitation.

Chemin de fer du Périgord. — MM. ÉDOUARD EMPAIN, administrateur; TOUSSAINT LE GRAIN*, ingénieur des ponts et chaussées; GABRIEL MESTREIT, ingénieur honoraire des mines.

Chemin de fer de Somain à la frontière belge (Mines d'Anzin). — MM. GUARY*, directeur général; DE FORCADE, secrétaire général.

Chemin de fer du Sud de la France. — M. FÉLIX MARTIN, ingénieur des ponts et chaussées, directeur de la construction.

Chemins de fer départementaux ⁽¹⁾.

Chemins de fer économiques (Société générale des). — MM. ÉMILE LEVEL, directeur; GEORGES LEVEL, délégué de la Société.

Chemins de fer économiques du Nord. — MM. VICTOR MESTREIT, directeur; FRANÇOIS EMPAIN, délégué de la Société.

Chemins de fer régionaux des Bouches-du-Rhône ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Bône-Guelma et prolongements. — MM. PAUL DEVÈS, président du conseil d'administration; JULES GOÛIN, membre du conseil d'administration; KOWALSKI, ingénieur chef du service central.

Chemin de fer de Dakar à Saint-Louis (Sénégal). — M. KOWALSKI, membre du conseil d'administration.

Chemin de fer de l'Est algérien. — MM. HENRI DURRIEU*, président du conseil d'administration; BRUM, ingénieur, directeur de l'exploitation.

Chemin de fer de l'Ouest algérien. — MM. PEYTEL*, administrateur; BORDET*, administrateur.

XIII. — GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE (ROYAUME-UNI DE).

A. — ROYAUME-UNI.

Gouvernement britannique. — M. CHARLES SCROPE HUTCHINSON, major général du génie royal, inspecteur des chemins de fer.

Great Eastern Railway. — Sir HENRY WHATLEY TYLER, membre du Parlement, président du Grand Trunk Railway du Canada, administrateur de la Compagnie; MM. JOHN WILSON, ingénieur en chef; E. A. OSSWALD, inspecteur en chef.

Great Northern Railway. — Sir ANDREW FAIRBAIRN, ancien membre du Parlement, administrateur; M. FRANK SHUTTLEWORTH*, administrateur.

⁽¹⁾ Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

Great Western Railway. — MM. JAMES GRIERSON, directeur général; A. BAUERT, agent continental.

London, Brighton and South Coast and Western of France Railways. — MM. J. P. BICKERSTETH, administrateur; R. JACOMB HOOD, administrateur; V. GÉRARD, directeur du service international.

London, Chatham and Dover Railway. — MM. WILLIAM FORBES*, directeur continental; MORGAN, secrétaire.

Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway. — MM. J. W. MACLURE*, membre du Parlement, administrateur; A. M. WATKIN*, administrateur; BENNETT*, alderman, administrateur.

Midland Railway ⁽¹⁾.

Midland Great Western Railway of Ireland. — Sir RALPH S. CUSACK*, président de la Compagnie.

North Eastern Railway. — MM. HENRY OXLEY*, membre du conseil d'administration; JOHN CLEGHORN, membre du conseil d'administration; C. N. WILKINSON, secrétaire.

South Eastern Railway. — MM. le colonel SURTEES*, administrateur; JONATHAN MELLOR*, administrateur; ALFRED M. WATKIN*, administrateur.

B. — COLONIES.

Gouvernement des Indes (département des chemins de fer). — M. C. H. LUARD, ingénieur, colonel du génie, fonctionnaire du gouvernement, attaché à l'administration des railways de l'Inde.

Gouvernement de la Colonie du Cap de Bonne-Espérance (Ministère des travaux publics : chemins de fer de l'État) ⁽¹⁾.

Gouvernement de la Nouvelle-Zélande. — M. J. P. MAXWELL, directeur général des railways de l'État.

Grand Trunk Railway du Canada. — Sir HENRY WHATHEY TYLER, membre du Parlement anglais, administrateur du Great Eastern Railway, président de la Compagnie.

⁽¹⁾ Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

XIV. — GRÈCE.

Gouvernement hellénique (Ministère de l'intérieur) — M. JEAN GRAYARIS*, ingénieur de préfecture.

Chemins de fer Piée-Athènes-Péloponèse ⁽¹⁾.

Chemins de fer de la Thessalie ⁽¹⁾.

XV. — ITALIE.

Gouvernement italien (Ministère des travaux publics). — MM. le commandeur FRANCESCO BRIOSCHI, sénateur du royaume; le commandeur ingénieur UBALDINO PERUZZI, député au Parlement; le commandeur ingénieur PASQUALE VALSECCHI*, sénateur du royaume; le commandeur professeur LUIGI LUZZATTI, député au Parlement; le commandeur ingénieur DI LENNA*, inspecteur général des chemins de fer; le commandeur ingénieur ARTOM, inspecteur du génie civil; le commandeur ingénieur OTTOLENGHI, inspecteur supérieur des chemins de fer; le chevalier ingénieur VINCENT CROSA, inspecteur en chef des chemins de fer, directeur des chemins de fer de la circonscription de Turin; le chevalier ingénieur ADOLFO ROSSI*, inspecteur en chef des chemins de fer; le chevalier ingénieur LEONIDA SPREAFICO, inspecteur en chef des chemins de fer; le chevalier ingénieur STEFANO DE CASA*, inspecteur des chemins de fer, chef de la circonscription de Milan.

Chemins de fer de l'Adriatique. — MM. PESSIONE*, ingénieur, directeur des travaux; LANINO*, ingénieur, directeur des transports; GELMI, ingénieur, vice-directeur des transports; AGAZZI, ingénieur, chef du service du matériel; GRAMIGNA, ingénieur, sous-chef du service du mouvement et du trafic; RIVA, ingénieur, sous-chef du service du matériel; ROSSELLI, ingénieur, chef du service central du mouvement; UBICINI, chef du service télégraphique.

Chemins de fer de l'Apennin central. — MM. MAURICE YUNG*, administrateur; POLESE, directeur de l'exploitation; Busetto, ingénieur, chef du service de la traction; L. MOYAUX, ingénieur.

Chemin de fer central et Tramways du Canavèse. — MM. le chevalier ADOLPHE PELLEGRINI, ingénieur, administrateur délégué; le commandeur PHILIBERT ALASIA*, ingénieur, membre du conseil d'administration.

⁽¹⁾ Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

Chemin de fer de Gozzano-Alzo. — MM. E. ZANOTTI, ingénieur, concessionnaire-propriétaire; ALPHONSE GOLA-VIAZANA, concessionnaire-propriétaire.

Chemin de fer de la Méditerranée. — MM. le commandeur ingénieur LOUIS-THÉODORE KOSSUTH, directeur de l'exploitation du 2^e district; le commandeur ingénieur SAÛL MANTEGAZZA, directeur de l'entretien; le commandeur ingénieur CÉSAR FRESCOT, directeur du service du matériel; le commandeur JEAN MAGNANI, chef de la comptabilité centrale; le commandeur FORTUNAT CORNETTI, ingénieur en chef de la traction; le commandeur ALFRED BACHELET, chef du service du trafic et du mouvement; le commandeur CHILDÉRIC FRIGO, chef de la division des tarifs; le commandeur ingénieur MARC MARONI, chef de la division des télégraphes.

Chemin de fer de Novara-Seregno. — MM. le baron commandeur EUGÈNE CANTONI, président de la Société; le chevalier FÉLIX RODRIGUEZ, conseiller délégué.

Chemin de fer du Nord de Milan. — MM. AMBROGIO CAMPLIGLIO, ingénieur, directeur; ANTONIO SOMMARUGA, chef du contrôle.

Chemin de fer de Poggibonsi à Colle de Val-d'Elsa. — MM. VALÈRE MABILLE, administrateur; le chevalier CÉSARE FINZI, conseiller municipal de Milan, membre du conseil d'administration de la Société.

Chemins de fer sardes. — MM. le chevalier L. CONTI-VECCHI, ingénieur, directeur de l'exploitation; W. BARTON WRIGHT, ingénieur.

Chemins de fer de la Sicile. — MM. ADOLPHE BILLIA*, directeur général; GUGLIELMO CAPPÀ, chef du service de la traction et du matériel; GUIDO NUTI, chef du service des approvisionnements; ENRICO RABOSCHI, chef du service du mouvement et du trafic.

Chemin de fer de Sassuolo-Modena-Mirandola-Finale. — MM. le chevalier LEONARDO LORIA, ingénieur, professeur, membre du conseil d'administration; ETTORE KLEIN, ingénieur en chef de l'exploitation.

Chemin de fer de Suzzara-Ferrara. — M. GUILIO PESARO, ingénieur, administrateur délégué.

Chemin de fer du Tessin. — MM. ED. DESPRET, administrateur; V. STOCLET, administrateur; AUG. MOYAUX, directeur de la Société; H. RADICE, directeur de l'exploitation.

Chemin de fer de Turin-Cirié-Lanzo. — MM. ROMUALDO PALBERTI, avocat, membre de la Chambre des députés, président du conseil d'administration; ORLANDO BIGNAMI, ingénieur, directeur de la Société.

Chemins de fer économiques de Bari-Barletta et extensions. — MM. E. VILERS, directeur de l'exploitation; GEORGES DE LAVELEYE, commissaire.

Chemins de fer économiques et tramways (Rome, Milan, Bologne, etc.). — MM. ÉMILE STEENS, ingénieur, administrateur délégué; JEAN RAVIZZA, directeur.

Chemins de fer secondaires romains. — M. le chevalier JACQUES DE BENEDETTI, syndic de la Société.

Société vénitienne pour entreprises et constructions publiques. — M. le chevalier docteur ANTOINE CANELLI, délégué à l'exploitation.

Tramways en Italie (Association de). — MM. le commandeur JOSEPH BIANCHI, ingénieur, administrateur des Tramways inter provinciaux, président de l'Association; le chevalier HENRI RADICE, directeur du chemin de fer du Tessin, vice-président de l'Association; le chevalier ORLANDO BIGNAMI, ingénieur, directeur du chemin de fer Turin-Cirié-Lanzo, administrateur délégué et directeur des Tramways piémontais, secrétaire.

Tramways florentins. — MM. L. WIENER*, administrateur; A. CHARLES, administrateur délégué.

Tramways à vapeur inter provinciaux de Milan-Bergame-Crémone. — MM. BAUER, délégué de la Société; ZANONCELLI, avocat, administrateur; KESSELS, directeur de l'exploitation; MARSAL, directeur des chemins de fer de la Valle Seriana.

Tramways napolitains. — MM. C. BRICOURT, administrateur; H. TREIZE-DREYS, directeur gérant.

Tramways à vapeur piémontais. — MM. RODOLPHE COUMONT, président du conseil d'administration; ORLANDO BIGNAMI, administrateur délégué, directeur; CHARLES DUPUICH*, administrateur; ADOLPHE LALOUX*, administrateur.

Tramways de Turin. — MM. M. ROMBERG*, directeur de l'exploitation; C. BLANCHART*, secrétaire de la Société générale des chemins de fer économiques.

XVI. — JAPON.

Gouvernement japonais. — M. S. KUROKAWA, conseiller de la légation du Japon à Rome.

XVII. — LUXEMBOURG.

Chemins de fer Guillaume-Luxembourg. — MM. JULES VAN DE WYNCKEL*, directeur général; LETELLIER, ingénieur en chef.

Chemins de fer et minières Prince-Henri. — MM. P. WILLIÈRE*, directeur; E. DIDERICH, inspecteur chef de service.

XVIII. — MEXIQUE.

Gouvernement mexicain (Ministère de l'encouragement de la colonisation, de l'industrie et du commerce). — M. FRANCISCO DIAZ COVARRUBIAS, consul général des États-Unis mexicains.

Chemin de fer de Hidalgo ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Puebla à Izucar de Matamoros ⁽¹⁾.

XIX. — PAYS-BAS.

A. — PAYS-BAS CONTINENTAUX.

Gouvernement néerlandais :

a) *Ministère du waterstaat, du commerce et de l'industrie.* — M. J.-J. VAN KERKWKYK, membre de la seconde Chambre des États-Généraux des Pays-Bas.

b) *Ministère des colonies : chemins de fer de l'État aux Indes néerlandaises* ⁽¹⁾.

Chemin de fer Brabant septentrional-allemand. — MM. VOORHOEVE*, directeur; RYPERMAN*, secrétaire.

Chemins de fer de l'État néerlandais (Compagnie pour l'exploitation des). — MM. ENGERINGH, chef des services du mouvement et des affaires commerciales;

⁽¹⁾ Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

J. KALFF*, ingénieur en chef, chef du service des voies et travaux ; A.-J. RUHLE VON LILIENSTERN TER MEULEN, ingénieur mécanicien, chef de division du service de la traction et du matériel ; H.-A. PERK, major d'artillerie en retraite, membre de la commission militaire permanente des chemins de fer.

Chemin de fer hollandais. — MM. W. VAN DER VLIET*, docteur en droit, membre du conseil d'administration ; R. VAN HASSELT, administrateur.

Chemin de fer rhénan-néerlandais. — M. C.-W. VERLOOP, ingénieur du mouvement et du matériel.

B. — COLONIES.

Chemins de fer de l'Est de Batavia. — M. VAN DEN WALL-BAKE*, directeur.

XX. — PÉROU.

Gouvernement péruvien. — MM. le D^r JORGE L. ÈGUREN, consul général du Pérou à Gènes ; GENEROSO GALIMBERTI, consul du Pérou à Milan.

XXI. — PORTUGAL.

Gouvernement portugais (chemins de fer de l'État). — MM. MANUEL ALFONSO D'ESPREGUEIRA, député de la Nation, inspecteur général ; FREDERICO RESSANO GARCIA, ingénieur, sénateur.

Chemins de fer portugais (Compagnie royale des). — MM. A. DE FONTES GANHADO, administrateur délégué ; DENFERT-ROCHEREAU*, administrateur délégué ; A. DE SOUZA E VASCONCELLOS, secrétaire général.

Chemin de fer de la Beira-Alta. — M. L. DROUIN*, inspecteur général.

XXII. — ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État. — MM. GEORGES DUCA, ingénieur, membre du conseil d'administration ; ÉMILE MICLESCU, ingénieur, sous-directeur ; ANGHEL SALIGNY, ingénieur, chef du service des travaux neufs ; THÉODORE DRAGU, ingénieur, chef du service des ateliers et du matériel roulant.

XXIII. — RUSSIE.

Gouvernement russe :

a) *Ministère des voies et communications.* — MM. WLADIMIR WERCHOWSKY, conseiller d'État actuel, ingénieur, inspecteur en chef à l'inspection générale des chemins de fer russes; le colonel NICOLAS DE SYTENKO, ingénieur.

b) *Ministère de la guerre impérial russe : section du transport des troupes par voies ferrées (Chemin de fer transcaspien).* — MM. N. DE NIEDERMULLER, colonel d'état-major.

Chemins de fer de l'État russe. — WLADIMIR WERCHOWSKY, conseiller d'État actuel, ingénieur inspecteur en chef à l'inspection générale des chemins de fer russes.

Chemins de fer de l'État de Finlande ⁽¹⁾.

Chemins de fer de la Baltique. — MM. le baron A. VON DER PAHLEN*, président de la Société; ENAKIEFF*, ingénieur, directeur.

Chemin de fer de Dombrowa-Iwangorod. — MM. J. DE BLOCH*, conseiller d'État actuel, président du conseil d'administration; le comte VICTOR SOLTAN, ingénieur; ADAM BREZA, délégué de la Société.

Chemin de fer de Dunabourg-Vitebsk ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Fastow ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Griazi-Tzaritzine. — M. LOUIS DE PERL, conseiller d'État.

Chemin de fer de Koslow-Woronège-Rostow ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Koursk-Kharkow-Azow ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Libau-Romny. — MM. NICOLAS ADADOUROFF, ingénieur, directeur; ANTOCHINE, chef du service du matériel roulant et de la traction; NIKIFOROFF*, ingénieur, chef de la section technique à l'administration centrale.

Chemin de fer de Lodz. — MM. J. DE BLOCH*, conseiller d'État actuel; le comte VICTOR SOLTAN, ingénieur.

⁽¹⁾ Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

Chemin de fer de Loxowo-Sébastopol. — M. LOUIS DE PERL, conseiller d'État, membre de la direction.

Chemin de fer de Morschansk-Sysrane ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Moscou-Brest. — MM. GEORGES DE WINBERG, président du conseil d'administration ; ROMUALD DE SENDZIKOWSKI, ingénieur, chef du service technique.

Chemin de fer de Moscou-Jaroslav ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Moscou-Riazan ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Novgorod. — MM. DE SWIENTZITZKY, ingénieur, directeur de l'exploitation ; JEAN JELETZ, ingénieur.

Chemin de fer d'Orel-Griazi ⁽¹⁾.

Chemin de fer d'Orel-Vitebsk ⁽¹⁾.

Chemin de fer d'Orenbourg ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Riajsk-Morschansk ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Riajsk-Wiasma ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Riazan-Koslow ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Riga-Dunabourg ⁽¹⁾.

Chemins de fer russes (Grande Société des). — MM. LOUIS DE PERL, conseiller d'État, directeur gérant du service international ; JOSEPH DARAGANE, ingénieur, chef de l'exploitation de la ligne Nicolas ; BASILE SOUMAROKOW, ingénieur, chef du service du matériel et de la traction de la ligne Saint-Pétersbourg-Varsovie.

Chemin de fer de Rybinsk-Bologoé. — M. LOUIS DE PERL, conseiller d'État.

Chemin de fer Sud-Ouest. — MM. J. DE BLOCH*, conseiller d'État actuel, membre de l'administration ; GORBUNOFF*, conseiller d'État actuel, ingénieur ; POGREBINSKI, ingénieur.

Chemin de fer de Tambow-Koslow ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Transcaucasie ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

Chemin de fer de Tsarskoselo. — M. ALFRED DE WENDRICH, colonel du génie, membre du conseil d'administration.

Chemin de fer de Varsovie-Bromberg. — MM. LADISLAS DE KOZLOWSKI, directeur; FÉLIX VON RYCERSKI, ingénieur, contrôleur en chef du matériel et de la traction.

Chemin de fer de Varsovie-Terespol. — M. LÉON DE GNOINSKI*, ingénieur, directeur; ADOLF GERSZOW, ingénieur du service de la voie.

Chemin de fer de Varsovie-Vienne. — MM. LADISLAS DE KOZLOWSKI, directeur; FÉLIX VON RYCERSKI, ingénieur, contrôleur en chef du matériel et de la traction.

Chemins de fer de la Vistule. — MM. LÉON DE GNOINSKI*, ingénieur, directeur; MATHIAS DE PASZKOWSKI*, ingénieur en chef de la traction et du matériel roulant.

Chemin de fer Vladicaucase. — MM. STANISLAS DE KERBEDZ*, ingénieur, vice-président de la Société; INOSEMTZEFF, ingénieur, directeur; NICOLAS DE ZWOLINSKI, secrétaire général.

XXIV. — SERBIE.

Gouvernement serbe (Ministère des travaux publics : section des chemins de fer). — MM. MICHEL PETKOVITCH*, directeur général; MICHEL KRSTITCH*, inspecteur.

Chemins de fer de l'État serbe (Compagnie de construction et d'exploitation des). — MM. ARMAND FERRÉ, directeur de la Compagnie; PAUL LATOUR DE BRIE*, directeur de l'exploitation.

XXV. — SUÈDE ET NORVÈGE.

Gouvernement suédois (Chemins de fer de l'État). — MM. FREDRIK ALMGREN*, chef de section, membre de la direction royale; VICTOR KLEMMING, ingénieur de l'administration générale.

Chemins de fer de l'État norvégien ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Christiania-Eidsvold (Hoved) ⁽¹⁾.

Chemin de fer de Frøvi-Ludvika et Bånghammar-Kloten ⁽¹⁾.

(1) Cet adhérent ne s'est pas fait représenter au Congrès.

Chemin de fer de Nora-Karlskoga. — M. C. COLLETT, ingénieur, administrateur.

Chemins de fer de Palsboda-Finspong et Finspong-Norsholm. — M. OSCAR KAMPH, administrateur.

XXVI. — SUISSE.

Gouvernement fédéral (Département des chemins de fer). — MM. FARNER, inspecteur administratif au Département des chemins de fer ; DAPPLES, inspecteur technique au même département.

Chemin de fer du Gothard. — MM. DIETLER, directeur de la Société ; STOFFEL, vice-président de la direction.

Chemin de fer de Jura-Berne-Lucerne. — M. LOMMEL, ingénieur, membre de de la direction.

Chemins de fer de la Suisse occidentale et du Simplon. — MM. E. COLOMB, ingénieur, directeur ; ETTORÉ MOLA, représentant de la Compagnie à Milan.

Chemin de fer régional de Tramelan-Tavannes. — M. JULES GRANDJEAN, colonel fédéral, administrateur de la Compagnie.

XXVII. — TUNISIE.

Chemin de fer Tunisi-Bardo-Goletta-Marsa. — M. le commandeur FRANCESCO MARTORELLI, ingénieur, gérant du chemin de fer.

XXVIII. — TURQUIE.

Gouvernement ottoman (Ministère des travaux publics). — M. ALEXANDRE CARATHEODORY* Effendi, premier secrétaire de la légation ottomane à Bruxelles.

Chemins de fer orientaux (Compagnie d'exploitation des). — M. HENRI WIENER*, secrétaire général.

CORRESPONDANTS

DE LA COMMISSION INTERNATIONALE A MILAN

MM. le chevalier J. LAMPUGNANI, ingénieur, secrétaire en chef de la direction générale de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;
VICTOR STEVENS, agent commercial des chemins de fer de l'État belge.

SERVICE STÉNOGRAPHIQUE

Chef du service :

M. ÉDOUARD LACOMBLÉ, directeur au Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique.

Sténographes :

MM. A. COOMANS ;
S. DE MARTEAU ;
A. TAMBOUR ;
A. VALLEY.

parvenir jusqu'à ce jour, c'est que, tandis que les autres peuples s'engageaient vigoureusement dans l'œuvre du développement de leurs réseaux, l'Italie subissait les conséquences du système de Metternich et de la Sainte-Alliance, qui se méfiaient et défendaient particulièrement des chemins de fer, jugés — non sans raison — comme éléments révolutionnaires. (*Sourires.*)

« Toutefois, si je ne m'abuse, nous avons, nous aussi, quelque succès à enregistrer. Sous le régime de la liberté, le petit pays placé au pied des Alpes, en un mot le Piémont, a percé le mont Cenis. Et j'ose croire que le nom des ingénieurs qui se sont dévoués à cette œuvre grandiose, laquelle en enfanta d'autres non moins prodigieuses, ne demeurera pas inconnu.

« Leurs noms, au contraire, sont mentionnés partout à titre d'honneur et seront révévés dans le monde entier jusqu'à ce qu'il y ait un culte pour ceux qui auront bien mérité du genre humain. (*Applaudissements.*)

« Nul doute que le percement du mont Cenis a devancé l'ouverture du Saint-Gothard. Vous n'ignorez pas que l'Italie, — heureusement réunie sous le sceptre de la glorieuse maison de Savoie, — même dans l'état de gêne où elle se trouvait alors, ne marchandait pas. Elle donna son argent sans compter, afin d'assurer le succès de cette grande conception du siècle qui a percé l'isthme de Suez et dont la fiévreuse activité ne connaît ni bornes ni limites.

« C'est aussi que nous avons compris que le chemin de fer est le véhicule, l'instrument qui a fourni et, seul, peut fournir les moyens qui ont rendu possibles les méthodes du commerce moderne. Aucun symptôme et en affaires et en politique n'indique mieux, dit M. Weber, la direction de l'activité nationale que le mode selon lequel le système des transports est organisé et contrôlé. La grandeur de l'ancienne Rome n'a pas eu de monument plus significatif que son système de routes militaires et aussi elles tombèrent en décadence avec la chute de l'empire romain.

« Maintenant, tout est changé et c'est ailleurs qu'il faut chercher la direction du mouvement national et la tendance de l'histoire générale de l'époque actuelle. C'est encore malheureusement vrai que le transport est un des instruments les plus appréciés de la stratégie et de la puissance militaire, mais il est, et sera toujours, le facteur prédominant qui donne la mesure de l'activité particulière de tout individu et de la vie nationale des peuples civilisés.

« C'est en ce sens, messieurs, que nous entendons reprendre les nobles traditions de nos pères. Ce n'est pas notre faute si l'Italie a encore des régions peu ou point pourvues de chemins de fer. Et, Dieu aidant, nous saurons payer cette

dette nationale sans nous écarter toutefois des limites d'une sage prudence : car enfin, c'est aux victoires pacifiques et aux miracles de l'industrie qu'appartiennent la vraie grandeur et la vraie gloire, que l'on doit honorer sur la terre. (*Applaudissements.*)

« Partant, l'Italie, pénétrée de ces vérités, s'apprête à suivre attentivement vos travaux et saura les apprécier. Quoique la science de la construction et de l'exploitation des chemins de fer soit arrivée à un haut degré de perfectionnement et quoique (ainsi que l'a écrit quelque part un des vôtres, homme du métier d'une capacité hors ligne) les livres, les brochures et les écrits de toute espèce qui en parlent ne soient plus à se compter, combien d'erreurs subsistent encore en cette matière ! Et difficilement, dit-il encore, on s'explique que la vérité ait tant de peine à pénétrer dans les milieux qui devraient être les plus éclairés.

« Cela étant, on s'explique aisément et tous les hommes sensés doivent louer sans réserve la noble et féconde pensée, accueillie partout avec une touchante et admirable unanimité, de réunir encore une fois des hommes aussi éminents que vous en assemblée délibérante pour discuter et résoudre par votre autorité les questions qui appartiennent au domaine de la viabilité ferrée.

« Je dirai même qu'il le faut, puisqu'il n'y a rien qui soit plus propre à réprimer l'incontinence des esprits vulgaires, lesquels s'attachent à discuter, et veulent trancher sans pitié et sans discernement les questions particulièrement controversées entre les praticiens et les maîtres les plus illustres de la science. Ce qu'on écrit dans tous les pays, et qu'on débite journellement quelquefois avec une extrême insuffisance, ne sert pas toujours, vous en conviendrez sans peine, à détruire les erreurs qui usurpent trop souvent la place de la vérité.

« Il appartient à vous, messieurs, quoique le programme de vos travaux porte surtout sur les points concernant l'exploitation, plutôt que sur les questions bien autrement brûlantes qui fatiguent l'esprit des économistes et des hommes d'État, telles que la législation en matière de tarif, et les méthodes à suivre pour régler les rapports entre les Compagnies et l'État, c'est toujours à vous de remettre les choses en ordre et de redresser les erreurs qui se répandent avec une effroyable rapidité. Et puisque les idées fausses, alors qu'elles portent l'empreinte de doctrines protégeant l'intérêt et flattant l'amour-propre des multitudes inconscientes, sont toujours sûres d'être accueillies avec un véritable engouement, nous applaudissons doublement aux pratiques efforts de ceux qui se sont dévoués à la tâche ingrate et difficile de répandre et vulgariser la vérité et de déraciner les erreurs.

« Vous n'avez peut-être pas la prétention de résoudre tout de suite toutes les questions inscrites au programme. Vous avez trop d'expérience et d'esprit pour croire un seul instant qu'on puisse, dans un si bref délai, arriver à des solutions pratiques, les vraies et les seules que le Congrès se propose certainement d'atteindre, malgré votre zèle et votre singulière aptitude.

« Mais lorsqu'un champ d'études aussi vaste se trouve ouvert devant une telle élite d'intelligences, il n'est pas douteux que tôt ou tard vous ne réussissiez, après des études individuelles et sérieuses, à donner, au monde qui les attend, les solutions les plus pratiques et les plus utiles.

« Je m'arrête donc, puisque votre tâche est aussi noble et grande qu'elle est difficile et délicate.

« Je ne veux ni ne dois vous dérober le temps précieux dont vous avez à disposer.

« Je ne vous parlerai pas non plus de Milan, de cette noble, grande et belle ville qui, se réjouissant de vous avoir entre ses murs, vous réserve un accueil digne de sa traditionnelle hospitalité.

« Merci plutôt, merci messieurs, encore une fois, de ma part, de la part du Gouvernement, des Compagnies et de l'Italie entière, qui suit avec un véritable intérêt les savantes discussions de cette deuxième session du Congrès international des chemins de fer, que j'ai l'honneur de déclarer ouverte. » (*Applaudissements prolongés.*)

M. Fassiaux répond en ces termes :

« EXCELLENCE, MESSIEURS !

« Si quelque chose pouvait donner une idée juste et vraie de la noblesse du caractère italien et de la hauteur des vues du gouvernement de cette grande nation, en ce qui touche la mission civilisatrice des chemins de fer, c'est assurément le remarquable discours que nous venons d'entendre. Aussi suis-je certain d'être l'interprète fidèle de tous les membres de cette assemblée en affirmant que ce discours, si rempli de belles pensées, exprimées avec autant de talent que d'éloquence, inaugure de la façon la plus brillante notre Congrès et sera une des plus belles pages de ses annales.

« Nous y puiserons une ardeur nouvelle dans nos luttes contre les difficultés de notre tâche, en même temps qu'une lumière plus vive pour éclairer nos discussions.

« Sous de tels auspices, venant se joindre au patronage du gouvernement belge, à qui nous devons tant et de si précieux encouragements, il est impossible que le succès ne réponde pas à notre attente.

« Laissez-moi donc vous dire, monsieur le Ministre, que notre reconnaissance vous est acquise et que tous nous serons heureux de pouvoir vous la témoigner en toute occasion. Je n'en excepte pas les administrateurs de chemins de fer dont nous regrettons l'absence, car cette absence ne signifie pas indifférence, ni manque de foi dans l'avenir de notre institution.

« Je crois pouvoir affirmer, au contraire, qu'ils sont pénétrés de la grandeur de l'œuvre, qu'ils éprouvent de sincères regrets de ne pouvoir assister à nos réunions et qu'ils en suivront toutes les phases avec le vif désir de profiter de nos débats et d'y participer à l'avenir.

« Qu'il me soit donc permis, en retour, de leur envoyer d'ici l'expression de nos sympathies et l'assurance qu'ils seront reçus à bras ouverts quand ils pourront faire partie de notre association et prendre part à nos délibérations. (*Applaudissements.*)

« Vous avez rappelé, monsieur le Ministre, comme l'avait fait votre éminent collègue de Belgique, M. Vandenpeereboom, dans son discours d'inauguration de notre premier Congrès, que le rôle des chemins de fer est essentiellement civilisateur, que, tous les jours, le monde se transforme et que l'intervalle qui sépare les primitives chaussées romaines de nos voies ferrées marque bien le progrès accompli sur le terrain des voies de communication. Belle et éloquente image, bien faite pour nous encourager à poursuivre avec persévérance l'œuvre de l'union des chemins de fer, si vivement recommandée par M. Vandenpeereboom dans le discours auquel je viens de faire allusion.

« Vous avez dit aussi, monsieur le Ministre, qu'il nous sera sans doute difficile de résoudre tous les problèmes que comporte notre programme. Cela est bien vrai et nous n'avons pas cette prétention. Mais nous avons l'espoir que, aidés comme nous le sommes par des collègues dont le nom seul fait autorité, nos travaux ne seront pas stériles et que l'Italie, qui, par ses *Lyncæi*, nous donne de si beaux exemples de ce que peut l'énergie alliée à la persévérance, que l'Italie, où les hommes de génie ne se comptent plus, que l'Italie, où tous les progrès trouvent une libre expansion, n'aura pas à regretter de nous avoir donné cette large hospitalité dont nous sommes à la fois confondus et reconnaissants.

« MESSIEURS,

« Parmi les hautes personnalités dont l'Italie est fière à juste titre, il en est deux, sous l'égide desquelles on a eu l'heureuse pensée de placer notre Congrès. J'ai nommé Leurs Majestés le Roi et la Reine d'Italie, dont les portraits sont devant nous comme un double talisman.

« Vous savez tous quelle est leur popularité et combien ils la méritent. Je ne saurais donc mieux terminer qu'en vous conviant à vous écrier avec moi : « Vive le roi Humbert ! Vive la reine Marguerite ! » (*Longs applaudissements.*)

S. Exc. M. le ministre Saracco se retire au bruit des acclamations les plus vives.

M. Fassiaux le remplace au fauteuil de la présidence.

M. le Président. La Commission est sur le point de voir expirer son mandat. Dans une réunion qui a eu lieu hier soir, elle a pensé qu'il fallait offrir la présidence effective de ce Congrès à une personnalité italienne. (*Bravos.*) Nous remplirons ainsi un devoir de déférence et un acte de justice vis-à-vis d'une nation qui — vous vous en êtes déjà aperçus — nous reçoit de la manière la plus splendide. Le choix de la Commission, avec l'assentiment des membres italiens, s'est porté sur M. le commandeur sénateur Brioschi. Nous vous proposons, messieurs, de ratifier ce choix. (*Applaudissements unanimes.*)

M. le comm. Brioschi prend place au fauteuil de la présidence.

M. le Président fait connaître que la Commission propose comme vice-présidents :

M. BENI DE BOROS, député au Parlement hongrois, directeur général des chemins de fer unis d'Arad et de Csanad ;

M. G. DE WINBERG, conseiller privé de S. M. l'empereur de Russie, président du conseil d'administration du chemin de fer de Moscou à Brest ;

M. CH. S. HUTCHINSON, major général du génie royal, inspecteur des chemins de fer, délégué du gouvernement britannique ;

M. LAX, directeur des chemins de fer au Ministère des Travaux publics, délégué du gouvernement français ;

M. VAN HASSELT, administrateur de la Société du chemin de fer hollandais ;

M. le Dr F. ZEHETNER, conseiller de régence I. et R., conseiller de la direction générale des chemins de fer de l'État autrichien.

Elle propose aussi comme présidents provisoires des sections les membres du Comité de direction de la Commission internationale dont les noms suivent :

MM. BRAME (France);
DE BRUYN (Belgique);
FAIRBAIRN (Angleterre);
GRIOLET (France);
VAN KERKWKYK (Pays-Bas).

M. Lax. Je suis profondément reconnaissant de l'honneur qu'on veut bien me faire; mais la délégation de la France a la bonne fortune de comprendre un homme éminent devant lequel je suis très heureux de m'effacer: c'est **M. LÉON SAY**, ancien ministre, ancien président du Sénat français.

Je prie le Congrès de vouloir bien nommer, à ma place, **M. Léon Say**. (*Applaudissements.*)

M. le Président. Le Congrès vient de ratifier par ses applaudissements cette proposition. **M. Léon Say**, s'il y consent, sera nommé vice-président au lieu de **M. Lax**.

M. Léon Say. Je remercie beaucoup **M. Lax** de l'initiative qu'il a bien voulu prendre. Il était tout naturel que nous, Français, nous nous effacions devant **M. Lax**, qui est ici le digne représentant du gouvernement de notre pays.

Je lui suis reconnaissant et je remercie également l'assemblée de l'accueil qu'elle a fait à sa proposition. (*Applaudissements.*)

M. le Président. Pour compléter le bureau immédiatement, je propose que le secrétariat de la Commission internationale soit aussi celui du Congrès, et je prie **M. DE LAVELEYE** d'accepter les fonctions de secrétaire général. (*Acclamations.*)

Le règlement du Congrès, que vous connaissez, veut qu'immédiatement après la séance d'ouverture, les membres se réunissent dans leurs sections pour former les divers bureaux.

Le règlement le veut ainsi, et, pour ma part, je crois que j'ai le devoir de me conformer strictement à cette sage disposition.

Permettez-moi, cependant, avant de lever la séance, de céder à un sentiment tout naturel en remerciant la Commission internationale et son éminent chef, M. Fassiaux, secrétaire général du Département des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique, d'avoir choisi l'Italie et la ville de Milan pour y tenir la seconde session du Congrès des chemins de fer.

J'ai assisté à la première session qui a été tenue à Bruxelles il y a deux ans. J'y ai appris beaucoup, j'ai appris surtout à reconnaître l'utilité pratique de ces réunions. Vous le savez mieux que moi, l'exploitation des chemins de fer fait des progrès continuels. Or, pour arriver à les connaître, il n'y a pas de meilleur moyen que de réunir, pour les entendre discuter, les auteurs et les initiateurs de ce mouvement progressif technique. Les uns et les autres, en général, n'ont pas le temps d'écrire des mémoires et de faire des livres. Par conséquent, en les rassemblant et en les priant de mettre ensemble leur expérience, qui leur fournit l'occasion de s'expliquer, on ne peut manquer d'avoir une idée de tous les progrès accomplis en matière de chemins de fer. Le Congrès de Bruxelles a démontré l'utilité pratique de ces réunions et le Congrès de Milan, j'en ai la conviction, ne fera que compléter cette démonstration.

Je pense, toutefois, qu'il y aura quelques modifications à apporter au questionnaire, qu'on devra donner plus d'extension à certaines questions et prendre quelques mesures quant au choix des rapporteurs et au temps qui leur est laissé. Mais ce sont des questions de détail que l'expérience se chargera de résoudre; ce sont des imperfections qui sont faciles à corriger.

Commençons donc les travaux du Congrès, messieurs, avec la confiance que le noble but que se proposent ses promoteurs sera certainement atteint. (*Applaudissements.*)

Je vous prie, messieurs, d'agréer mes remerciements bien sincères pour m'avoir jugé digne de présider vos séances générales. (*Applaudissements.*)

Communications.

M. le Président. Messieurs, avant de terminer, j'ai à communiquer à l'assemblée les salutations de bienvenue adressées au Congrès par M. Camille Tommasi, au nom des fonctionnaires attachés aux différents services des chemins de fer d'Italie. Voici le document que le bureau a reçu en un nombre suffisant d'exemplaires pour être distribué aux membres du Congrès:

AI CONVENUTI IN BELLA GARA
NEL CONGRESSO DELLE NAZIONI
PER CRESCERE LA GLORIA DELLA SCIENZA
LE CONQUISTE DELLA CIVILTÀ
COL NON MAI VECCHIO MIRACOLO DEL VAPORE
SULLE VIE FERRATE
GLI ADDETTI IN ITALIA AI VARI UFFICII DI QUESTE
INVIANO NELLA CITTÀ DELLE CELEBRI GIORNATE
IL SALUTO DEL RISPETTO
L'APPLAUSO DELLA GRATITUDINE
DALLE CONCORDI DISCUSSIONI ASPETTANDO
DI VEDERE USCIR PIÙ CONCORDE
LA FRATELLANZA DI TUTTI I POPOLI
ASPIRANTI A VIVERE NELLA STORIA IMMORTALE
E BENEFICIO A SE STESSI

Roma, 14 Settembre 1887.

Camillo Tommasi.

Motion d'ordre. — Règlement.

M. le Président. D'après notre programme, nous aurions à discuter aujourd'hui notre nouveau règlement; mais la Commission internationale ayant jugé nécessaire d'y introduire quelques modifications, je propose d'en renvoyer la discussion à vendredi prochain. (*Adhésion.*)

Le projet sera distribué ce soir.

Proposition du bureau. — Comptes.

M. le Président. La Commission internationale désire que le Congrès nomme deux de ses membres pour le contrôle de sa comptabilité. Nous avons l'honneur, messieurs, de vous proposer de charger de ce soin M. COURRAS, secrétaire général de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Orléans, et M. JEAN MAGNANI, chef de la comptabilité centrale du chemin de fer de la Méditerranée (Italie).

— Cette proposition est adoptée.

-- La séance est levée.

INSTALLATION DES SECTIONS

Immédiatement après la séance solennelle d'ouverture, les diverses sections se sont réunies dans les locaux qui leur ont été réservés à l'École polytechnique pour se constituer et régler l'ordre de leurs travaux.

1^{re} SECTION.

La séance est ouverte sous la présidence provisoire de M. ANDREW FAIRBAIRN, ancien membre du Parlement anglais, administrateur du Great Northern Railway, membre du Comité de direction de la Commission internationale.

M. le Président. La tâche qui m'est imposée, messieurs, n'est pas bien grande : elle consiste simplement à vous demander de procéder à la nomination du président définitif de notre section. Conformément à une proposition qui a été formulée au sein de la Commission du Congrès, j'ai l'honneur de soumettre à votre agrégation M. LOMMEL, ingénieur, membre de la direction des chemins de fer Jura-Berne-Lucerne. (*Applaudissements.*)

En présence de cette adhésion, il ne me reste plus qu'à prier M. Lommel de vouloir bien me remplacer au fauteuil de la présidence.

M. Lommel prend place au bureau et s'exprime en ces termes :

« MESSIEURS ET TRÈS HONORÉS COLLÈGUES,

« Je vous prie de me croire sur parole, quand je vous dirai que j'ai éprouvé une surprise bien légitime, quand j'ai appris qu'au sein de la Commission j'avais été proposé pour occuper le fauteuil de la présidence. Aussi, est-ce avec une bien sincère reconnaissance que je vous remercie de l'honneur que vous me faites en voulant bien ratifier ce choix.

« Ce choix, messieurs, est dû bien moins à mon mérite personnel qu'à votre

bienveillance. Je tâcherai de m'en rendre digne et de la conserver. J'accepte la mission que vous voulez bien me confier avec le désir de bien faire et la résolution de m'acquitter de mon mieux de la tâche qui m'est dévolue. (*Applaudissements.*)

« Maintenant, messieurs, il reste à pourvoir à la fonction de secrétaire principal. D'accord avec la Commission, j'ai l'honneur de vous proposer d'y appeler M. BARSANTI, ingénieur, chef de division à la Société italienne des chemins de fer de l'Adriatique. » (*Applaudissements.*)

M. Barsanti prend place au bureau.

M. le Président. Je crois, messieurs, que nous n'avons pas d'autre point à régler aujourd'hui et que nous pouvons nous ajourner à lundi matin à 9 heures.

Un membre. Quel sera l'ordre du jour?

M. le Président. Il n'y en a pas d'autre que les questions indiquées au programme et que nous pourrions discuter dans l'ordre où elles s'y trouvent énoncées.

M. le Secrétaire principal communique une lettre de M. Piéron, ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché au chemin de fer du Nord français, qui propose d'intervertir l'ordre des questions et de commencer par celle qui a trait à l'entretien des voies.

M. Piéron (France). Je propose de commencer par cette question parce qu'elle comprend, dans la généralité de ses termes, toutes les questions qui nous sont soumises : la voie fatiguée est un cas particulier; les traverses métalliques sont un mode d'établissement de la voie; les mesures à prendre contre la neige ne sont pas d'application générale; enfin, quant à la question des ponts métalliques, c'est une affaire de construction, qui a également un caractère particulier. Par conséquent, il m'a semblé qu'il convenait de discuter la question dans son ensemble.

Un membre fait remarquer que l'assemblée est peu nombreuse et qu'il pourrait y avoir inconvénient à modifier l'ordre des questions, si des membres, ne s'attendant pas à cette interversion, s'étaient préparés à la discussion de la première question, relative aux traverses métalliques.

M. Derote (Belgique). Maintenons l'ordre du jour et décidons que l'on commencera lundi par la question des traverses métalliques, sauf à modifier ultérieurement l'ordre des questions si la section en décide ainsi.

— Cette proposition est adoptée.

— La séance est levée.

2^e SECTION.

La séance est ouverte sous la présidence provisoire de M. le baron PRISSE, directeur gérant du chemin de fer d'Anvers à Gand, membre de la Commission internationale.

M. le Président. Messieurs et chers collègues, M. le Président du Congrès vient, tout à fait à l'improviste, de me demander d'ouvrir votre séance, en l'absence du membre du Comité de direction de la Commission internationale qui avait été chargé de ce soin. La Commission s'est occupée, à titre de simple proposition, du choix de votre président et elle a désigné M. BELPAIRE, administrateur des chemins de fer de l'État belge. Il vous est suffisamment connu pour que je puisse me dispenser de justifier ce choix. Je crois que nous sommes unanimement d'accord. (*Adhésion générale.*)

M. Belpaire prend place au bureau.

M. le Président. Je vous remercie, messieurs, de l'honneur que vous voulez bien me faire. Je vous prierai de faciliter ma besogne en nommant M. BANDERALI, ingénieur au chemin de fer du Nord français, secrétaire principal de la 2^e section. (*Applaudissements.*)

M. Banderali. Je joins mes remerciements à ceux de notre honorable président et je demande à toutes les personnes qui ont bien voulu me nommer secrétaire de la section de me seconder de tout leur pouvoir pour me permettre d'accomplir ma tâche à leur entière satisfaction.

M. le Président. Je pense que nous n'avons plus rien à faire aujourd'hui. Je vous propose, messieurs, de nous réunir lundi prochain, à 9 heures du matin. (*Adhésion.*)

— La séance est levée.

3^e SECTION.

La séance est ouverte sous la présidence provisoire de M. DE BRUYN, membre de la Chambre des représentants de Belgique, président du conseil d'administration de la Société nationale belge des chemins de fer vicinaux, membre du Comité de direction de la Commission internationale.

M. le Président. Messieurs, la Commission du Congrès a résolu de proposer à votre choix, comme président définitif de la 3^e section, M. J. DARAGANE, ingénieur, chef de l'exploitation de la ligne russe Nicolas; et comme secrétaire principal, M. ALBERT JACQMIN, inspecteur général de l'exploitation des chemins de fer de l'Est français. J'ai l'honneur de soumettre cette proposition à votre agrégation. (*Applaudissements.*)

MM. Daragane et Jacqmin prennent place au bureau.

M. le Président. Je vous remercie, messieurs, de l'honneur que vous me faites en ratifiant la proposition qui vient de vous être soumise. Je compte, pour l'accomplissement de ma tâche, sur le concours bienveillant de tous les membres de la section et sur le dévouement de son secrétaire principal. (*Applaudissements.*)

Je vous propose, messieurs, de régler comme il suit l'ordre de nos travaux : Lundi, discussion de la question XV et, éventuellement, de la question XVI; la question XIV, qui figure en tête du programme des travaux de notre section, serait ajournée à mardi pour permettre aux membres de prendre connaissance d'un rapport de M. Grierson, qui se rattache à cette question et dont la distribution ne pourra se faire que lundi. (*Assentiment.*)

— La séance est levée.

4^e SECTION.

La séance est ouverte sous la présidence provisoire de M. GRIOLET, vice-président du conseil d'administration des chemins de fer du Nord français, membre du Comité de direction de la Commission internationale.

M. le Président. Je suis chargé, messieurs, de vous proposer de nommer président définitif de votre section M. le commandeur UBALDINO PERUZZI, dont le nom, cher à l'Italie, fait autorité en matière de chemins de fer. (*Acclamations.*)

Je le prie de venir occuper le fauteuil de la présidence.

M. le comm. Peruzzi prend place au bureau et remercie l'assemblée de l'honneur qui lui est fait. Je suis confus, dit-il, de voir les étrangers, en majorité ici, s'effacer devant moi. Les Belges surtout, qui ont joué un si beau rôle dans le premier Congrès, méritaient mieux que moi cet honneur.

Il y a peu d'années encore, l'Italie ne possédait qu'un millier de kilomètres de chemins de fer. Depuis lors, d'importants progrès ont été accomplis; mais,

comme l'a dit notre Ministre des Travaux publics, M. Saracco, il en reste encore beaucoup à réaliser.

D'importantes questions sont soumises à nos délibérations; nous nous appliquerons à les résoudre. Permettez-moi, messieurs, de compter sur votre bienveillance pour diriger nos travaux d'une façon utile et fructueuse. (*Applaudissements.*)

J'ai l'honneur, messieurs, de vous proposer de nommer en qualité de secrétaire principal de votre section M. le chev. VALENZIANI, chef de la délégation à Rome de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée. (*Assentiment unanime.*)

Enfin, messieurs, je vous propose de suivre, pour nos délibérations, l'ordre dans lequel figurent au programme les questions qui sont soumises à notre section. (*Adhésion.*)

— La séance est levée.

5^e SECTION.

La séance est ouverte sous la présidence provisoire de M. VAN KERKWK, membre de la seconde Chambre des états généraux des Pays-Bas, membre du Comité de direction de la Commission internationale.

M. le Président. Vous avez, messieurs, à procéder au choix d'un président définitif pour diriger vos débats. D'accord avec la Commission du Congrès, j'ai l'honneur de vous proposer de conférer la présidence à M. HEURTEAU, directeur de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Orléans. (*Applaudissements.*) M. Heurteau ne pourra se trouver que demain parmi nous; mais nous avons l'assurance qu'il acceptera les fonctions de président.

Pour les fonctions de secrétaire principal, la Commission a pensé qu'il conviendrait de choisir un ingénieur appartenant à la Belgique, pays où l'on construit un grand nombre de chemins de fer vicinaux; et j'ai l'honneur de vous proposer de les conférer à M. DE BURLET, directeur général de la Société nationale belge des chemins de fer vicinaux. (*Acclamations.*)

Notre bureau étant définitivement constitué, nous aborderons lundi l'examen des questions réservées à la 5^e section.

— La séance est levée.

COMPOSITION DES BUREAUX

Bureau de la deuxième session du Congrès.

Président :

M. le commandeur F. BRIOSCHI, sénateur du royaume d'Italie (délégué du Gouvernement italien).

Vice-présidents :

- MM. BENI DE BOROS, député au Parlement hongrois, directeur général des chemins de fer unis d'Arad et de Csanad ;
G. DE WINBERG, conseiller privé de S. M. l'empereur de Russie, président du conseil d'administration du chemin de fer de Moscou à Brest ;
CH. S. HUTCHINSON, major général du génie royal, inspecteur des chemins de fer (délégué du Gouvernement britannique) ;
LÉON SAY, vice-président du conseil d'administration de la Compagnie du chemin de fer du Nord français ;
R. VAN HASSELT, administrateur de la Société du chemin de fer hollandais ;
le D^r F. ZEHETNER, conseiller de régence I. et R., conseiller de direction générale des chemins de fer de l'État autrichien.

Secrétaire général :

M. AUGUSTE DE LAVELEYE, ingénieur.

Secrétaire :

M. EUGÈNE KESTELOOT, chef de division au Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique.

Secrétaires adjoints :

MM. ÉDOUARD HOLEMANS, chef de bureau au Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique;
LOUIS WEISSENBRUCH, ingénieur au même Ministère.

Bureaux des sections.

1^{re} SECTION. — VOIES ET TRAVAUX.

Président :

M. LOMMEL, ingénieur, membre de la direction du chemin de fer suisse de Jura-Berne-Lucerne.

Secrétaire principal :

M. BARSANTI, ingénieur chef de division de la Société italienne des chemins de fer méridionaux.

Secrétaires chargés de l'exposé des questions :

MM. le chevalier **C. CANDELLERO**, ingénieur chef de section de l'entretien, surveillance et travaux de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée;

KOWALSKI, ingénieur en chef du service central du chemin de fer algérien Bône-Guelma et prolongements;

L. PIÉRON, ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché au chemin de fer du Nord français;

ROCCA, ingénieur, sous-inspecteur à la direction générale de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée;

SIEGLER, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur en chef adjoint de la voie au chemin de fer de l'Est français;

2^e SECTION. — TRACTION ET MATÉRIEL.

Président :

M. BELPAIRE, administrateur des chemins de fer de l'État belge.

Secrétaire principal :

M. BANDERALI, ingénieur chargé du service central du matériel et de la traction du chemin de fer du Nord français.

Secrétaires chargés de l'exposé des questions :

MM. BANDERALI, ci-dessus désigné ;

BELLEROCHÉ, ingénieur chef de service au chemin de fer Grand Central Belge ;

CH. CERVINI, ingénieur chef de section principal du matériel de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

DERY, ingénieur à la direction de la traction et du matériel du chemin de fer de l'État belge ;

HUBERT, ingénieur en chef inspecteur à la direction de la traction et du matériel du même chemin de fer ;

HUBERTI, ingénieur, professeur à l'université de Bruxelles ;

V. KLEMMING, inspecteur du matériel roulant des chemins de fer de l'État suédois ;

le chevalier J. SILVOLA, ingénieur chef de section principal du matériel de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

SOLACROUP, ingénieur en chef adjoint à l'ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer de Paris à Orléans.

3^e SECTION. — EXPLOITATION.

Président :

M. J. DARAGANE, ingénieur à la Grande Société des chemins de fer russes, chef de l'exploitation de la ligne Nicolas.

Secrétaire principal :

M. A. JACQMIN, inspecteur général de l'exploitation des chemins de fer de l'Est français.

Secrétaires chargés de l'exposé des questions :

MM. le chevalier J. BERTOLDO, ingénieur, chef des ateliers du matériel de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

DE BUSSCHERE, ingénieur à la direction des voies et travaux du chemin de fer de l'État belge ;

MM. **DEJAER**, ingénieur en chef à la direction de la traction et du matériel du même chemin de fer ;

GONDRIY, ingénieur en chef directeur d'administration au même chemin de fer ;

NIELS, inspecteur à la direction de l'exploitation du même chemin de fer ;
le chevalier **PERUCCA**, inspecteur principal des tarifs de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

le chevalier **F. SERENA**, ingénieur, inspecteur du mouvement et du trafic de la même Société ;

L. WEISSENBRUCH, ingénieur au Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique.

4^e SECTION. — QUESTIONS D'ORDRE GÉNÉRAL.

Président :

M. le commandeur ingénieur **U. PERUZZI**, député au Parlement d'Italie (délégué du Gouvernement italien).

Secrétaire principal :

M. le chevalier **CH. VALENZIANI**, chef de la délégation à Rome de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée.

Secrétaires chargés de l'exposé des questions :

MM. le chevalier **H. BRASCHI**, avocat, inspecteur de la comptabilité centrale de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

le chevalier **F. CROTTI**, ingénieur chef de section de l'entretien, surveillance et travaux de la même Société ;

le chevalier **S. FADDA**, ingénieur chef des ateliers du matériel à Naples de la même Société ;

le chevalier **FAIFOER**, docteur en loi, inspecteur principal de la direction générale de la même Société ;

HODEIGE, ingénieur à la direction de la traction et du matériel du chemin de fer de l'État belge ;

le chevalier **L. MOLteni**, ingénieur inspecteur principal du mouvement et du trafic de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée.

**5^e SECTION. — QUESTIONS SPÉCIALES AUX CHEMINS
DE FER SECONDAIRES.**

Président :

M. HEURTEAU, directeur du chemin de fer de Paris à Orléans.

Secrétaire principal :

M. DE BURLET, directeur général de la Société nationale belge des chemins de fer vicinaux.

Secrétaires chargés de l'exposé des questions :

MM. ALZONA, ingénieur chef du bureau central de la traction de la Société italienne des chemins de fer méridionaux ;

CAJO, ingénieur chef de division de la même Société ;

COSSMANN, ingénieur du service technique de l'exploitation des chemins de fer du Nord français ;

G. MICHELET, administrateur de la Compagnie générale belge des chemins de fer secondaires ;

SÈGRÉ, ingénieur chef de section de la Société italienne des chemins de fer méridionaux ;

TERMIDORO, inspecteur principal de la direction générale de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée ;

P. VEROLE, ingénieur chef de l'atelier du matériel de la même Société.

TRAVAUX PRÉPARATOIRES, DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

RELATIFS AUX

DIVERSES QUESTIONS DU PROGRAMME

I^{re} QUESTION

RÈGLEMENT DU CONGRÈS

*Examen du projet de règlement des sessions du Congrès des chemins
de fer et du projet de statuts de la Commission internationale.*

I^{re} QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Premier projet présenté par la Commission internationale	I — 3
Discussion en séance plénière, deuxième projet de dispositions statutaires et réglementaires présenté par la Commission internationale et conclusions	I — 9
Annexe : Texte définitif des dispositions statutaires et réglementaires	I — 17

PREMIER PROJET

PRÉSENTÉ PAR LA COMMISSION INTERNATIONALE

BUT ET DÉFINITION.

ARTICLE PREMIER. — Le *Congrès international des chemins de fer* est une association permanente ayant pour but de favoriser les progrès des chemins de fer.

ART. 2. — L'association se compose des gouvernements ainsi que des administrations concessionnaires ou exploitantes de chemins de fer d'intérêt public qui ont fait acte d'adhésion.

ART. 3. — L'association est représentée par une Commission internationale qui est élue par le Congrès. Cette Commission a son siège à Bruxelles.

Les fonctions de ses membres sont honorifiques.

COMMISSION INTERNATIONALE.

ART. 4. — La Commission est chargée d'organiser les Congrès, de désigner les questions à examiner, d'en préparer l'étude, de faire rédiger et de publier les comptes rendus des débats, de dresser le budget, de fixer les cotisations en conformité de l'article 17, de surveiller la gestion des finances et généralement de faire procéder à tous les travaux, études et publications qu'elle jugera utiles dans l'intérêt de l'œuvre poursuivie par l'Association.

ART. 5. — La Commission internationale se compose de 29 membres, savoir :

- 1 président;
- 5 vice-présidents;
- 1 secrétaire général;
- 22 autres membres.

Les membres sont, autant que possible, choisis dans les différentes nationalités des adhérents. En aucun cas, il ne peut y avoir plus de neuf membres appartenant à la même nationalité.

Lorsque le lieu de réunion d'une session du Congrès a été déterminé, la Commission internationale peut s'adjoindre, à titre temporaire, des membres choisis dans le pays où la prochaine assemblée sera tenue.

La Commission nomme ses secrétaires et son trésorier. Ils n'ont, en cette qualité, que voix consultative.

ART. 6. — La Commission internationale élit, dans son sein, les membres de son bureau dans la première séance qui suit une session du Congrès.

La Commission se réunit, sur la convocation du président, aussi souvent que l'intérêt de l'association l'exige et au moins une fois par an.

Elle doit être convoquée lorsque cinq de ses membres le demandent. Les séances de la Commission sont présidées par le président. En cas d'empêchement, le président est remplacé par un des vice-présidents.

Les résolutions de la Commission sont prises à la majorité des voix des membres présents. En cas de partage, la voix du membre qui préside est prépondérante.

Les délibérations de la Commission sont constatées par des procès-verbaux. Elles ne sont valables que si neuf membres au moins y prennent part.

Si, dans une première réunion, ce nombre n'est pas atteint, il pourra être délibéré à la réunion suivante, convoquée à quinze jours d'intervalle, quel que soit le nombre de membres présents.

ART. 7. — La Commission internationale est renouvelée par tiers à chaque session du Congrès.

Par exception, elle sera renouvelée en entier par le Congrès de 1887, et elle fixera, dans sa première séance après ce renouvellement, l'ordre de sortie de ses membres lors des élections suivantes.

Les membres sortants sont rééligibles.

La Commission a, en tout temps, la faculté de se compléter par la désignation provisoire de membres choisis parmi les délégués des adhérents. Dans ce cas, il est procédé à l'élection définitive lors de la plus prochaine session.

COMITÉ.

ART. 8. — Dans la première séance qui suit une session, la Commission délègue sept de ses membres, qui forment un comité de direction.

Le comité de direction est composé du président, du secrétaire général et de cinq membres.

Les secrétaires et le trésorier de la Commission y sont adjoints, avec voix consultative.

Le mandat des membres du comité de direction a une durée égale à l'intervalle de deux sessions du Congrès. Il peut être renouvelé.

Le comité se réunit au moins tous les trois mois. Il peut être convoqué extraordinairement sur l'initiative du président ou à la demande de trois membres.

ART. 9. — Le comité est chargé spécialement de l'expédition des affaires courantes, de la gestion des finances ainsi que de la surveillance et de la direction de tous les travaux, études et publications, de la rédaction du *Bulletin*, de la conservation de la bibliothèque et des archives. Il fait imprimer entièrement ou partiellement les mémoires et documents destinés au Congrès qu'il lui paraît nécessaire de distribuer pour éclairer les discussions. Il se tient à la disposition des adhérents pour leur fournir les renseignements spéciaux qui lui seraient demandés.

Le comité nomme et révoque le personnel.

L'exécution des décisions du comité est confiée à son bureau.

SESSIONS DU CONGRÈS.

ART. 10. — Le Congrès se réunit tous les deux ans. Dans chaque session, il désigne le lieu et l'époque de la session suivante.

En cas d'empêchement imprévu, la Commission internationale pourra modifier ces dispositions.

ART. 11. — Ont le droit de prendre part aux sessions du Congrès :

- 1° Les membres de la Commission internationale;
- 2° Les délégués désignés par les adhérents;
- 3° Les secrétaires et le trésorier ainsi que les secrétaires de section, nommés

par la Commission ou par son comité et chargés de l'exposé des questions du programme.

Les gouvernements fixent eux-mêmes le nombre de leurs délégués.

Les administrations de chemins de fer ne peuvent nommer des délégués qu'en nombre proportionnel à l'étendue de leur réseau, savoir :

- | | |
|------------|---|
| 2 délégués | pour les exploitations ne dépassant pas 100 kilomètres; |
| 4 — | — d'au delà de 100 jusqu'à 1,000 kilomètres ; |
| 8 — | — d'au delà de 1,000 kilomètres. |

ART. 12. — A l'ouverture de chaque session, le bureau de la Commission internationale remplit les fonctions de bureau provisoire et le Congrès procède immédiatement à l'élection de son bureau, composé :

- 1° D'un ou de plusieurs présidents d'honneur;
- 2° D'un président;
- 3° De vice-présidents;
- 4° Des présidents de section, en conformité de l'article 14.
- 5° D'un secrétaire général;
- 6° De secrétaires.

Tous les membres du bureau sont nommés pour une session.

L'élection a lieu dans les conditions indiquées à l'article 16, alinéa 6.

Les fonctions des membres du bureau sont celles déterminées par les règles en usage dans les assemblées délibérantes pour la direction des débats.

ART. 13. — A l'ouverture de chaque session et après la formation du bureau, le Congrès se divise en sections (voies et travaux, traction et matériel, exploitation, questions d'ordre général, etc.).

Un membre peut s'inscrire à la fois dans plusieurs sections.

Le Congrès peut aussi constituer des commissions spéciales.

ART. 14. — Chaque section nomme son président, son secrétaire principal et ses secrétaires. Les présidents de section sont, de droit, membres du bureau de la session.

Les sections et les commissions se dissolvent à la fin de chaque session.

ART. 15. — Les discussions du Congrès portent sur les questions inscrites au programme de la session.

Ce programme est arrêté par la Commission internationale, qui fait rédiger

un exposé sommaire et sans conclusions des éléments de la question, ainsi que l'analyse des documents transmis à la Commission.

ART. 16. — Les discussions ont lieu d'abord en sections.

En séance plénière, la discussion porte sur les questions du programme signalées au Congrès par les sections. A cet effet, la section désigne un de ses membres chargé de préciser devant l'assemblée générale les points sur lesquels la discussion pourrait le plus utilement porter.

Les discussions ont lieu en français ou dans la langue du pays où se tient le Congrès. Des interprètes traduiront en français les discours prononcés dans une autre langue.

Les procès-verbaux et les comptes rendus sont rédigés en français, mais les orateurs ont le droit d'exiger la reproduction de leurs déclarations originales en regard de la traduction.

Le Congrès n'émet ni votes ni vœux, sauf en ce qui concerne les questions relatives au règlement ou se rattachant à l'organisation de l'institution.

Les votes sur ces propositions spéciales ont lieu à la majorité des voix des membres assistant au Congrès. Il est procédé au vote par assis et levé; s'il existe un doute sur le résultat du vote, il est passé au scrutin. Le vote par appel nominal n'a lieu que s'il en est fait la demande par douze assistants.

COTISATIONS, REVISION DES STATUTS, ETC.

ART. 17. — Les frais des sessions, de la Commission internationale et du comité sont à la charge d'une caisse alimentée :

- 1° Par les cotisations annuelles des adhérents;
- 2° Par des subventions et autres libéralités.

Les cotisations annuelles des adhérents se composent :

- 1° Pour les gouvernements, d'une allocation fixée par eux-mêmes;
- 2° Pour les administrations de chemins de fer, d'une part fixe de 100 francs plus une part variable proportionnelle à l'étendue de leur réseau. Cette cotisation variable, destinée à couvrir le budget de l'association, ne pourra pas dépasser 25 centimes par kilomètre.

L'année sociale commence le 15 avril.

ART. 18. — Les cotisations donnent le droit aux adhérents de recevoir gratui-

tement les comptes rendus des sessions à un nombre d'exemplaires indiqué par le nombre de leurs délégués augmenté d'une unité.

Les autres publications seront envoyées aux administrations adhérentes en raison de leur importance calculée d'après les bases de l'article 11, et des abonnements à prix réduits pourront être accordés.

ART. 19. — La Commission internationale présente à chaque session du Congrès un rapport sur l'administration des finances. Le Congrès nomme deux commissaires chargés de la vérification des comptes.

ART. 20. — Toute proposition de revision des statuts doit être présentée à la Commission internationale, avec motifs à l'appui, trois mois au moins avant l'ouverture de la session, de façon à pouvoir être portée par la Commission à la connaissance des adhérents un mois au moins avant cette ouverture. La proposition, avant sa prise en considération par le Congrès, doit être appuyée par la Commission ou par vingt-cinq membres.

ART. 21. — Les adhérents s'efforcent de faciliter les réunions du Congrès et la mission de la Commission internationale.

Ainsi arrêté dans la séance du 27 août 1887.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE



Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. Nous venons, messieurs, de terminer l'examen des travaux achevés par les sections. — Je vous propose d'aborder maintenant la discussion de notre nouveau règlement.

Je crois que ce qu'il y aurait de mieux à faire, pour ne pas perdre de temps, serait de lire les articles du règlement. Ceux qui ne donneront pas lieu à opposition seront censés adoptés.

Un membre. Je propose l'adoption en bloc du règlement.

M. De Bruyn (Belgique). Le règlement vient d'être longuement discuté à nouveau par la Commission internationale, à laquelle on avait adjoint deux membres par section. Le travail que M. le Président a entre les mains est le projet modifié par la Commission internationale avec le concours des délégués des sections. M. le Président propose d'en donner lecture parce qu'il contient quelques petits changements qui ne figurent pas dans l'exemplaire, imprimé en trop grande hâte, que vous avez sous les yeux. J'attire donc tout spécialement votre attention sur les modifications apportées aux articles 2, 12 et 15 et à la *disposition transitoire*.

Voici donc, messieurs, le projet dans sa dernière rédaction :

« BUT ET DÉFINITION.

« ARTICLE PREMIER. — Le *Congrès international des chemins de fer* est une association permanente ayant pour but de favoriser les progrès des chemins de fer.

« ART. 2. — L'Association se compose d'Administrations de chemins de fer d'État et d'Administrations concessionnaires ou exploitantes de chemins de fer d'intérêt public qui ont fait acte d'adhésion.

« Les Gouvernements adhérant à l'Association se font représenter par des délégués.

« ART. 3. — L'Association est représentée par une Commission internationale qui est élue par le Congrès. Cette Commission a son siège à Bruxelles.

« Les fonctions de ses membres sont honorifiques.

« COMMISSION INTERNATIONALE.

« ART. 4. — La Commission est chargée d'organiser les sessions du Congrès, de désigner les questions à examiner, d'en préparer l'étude, de faire rédiger et de publier les comptes rendus des débats, de dresser le budget, de fixer les cotisations en conformité de l'article 17, de surveiller la gestion des finances et, généralement, de faire procéder à tous les travaux, études et publications qu'elle juge utiles dans l'intérêt de l'œuvre poursuivie par l'Association.

« ART. 5. — La Commission internationale se compose de 29 membres, savoir :

- « 1 président;
- « 2 vice-présidents;
- « 1 secrétaire général;
- « 25 autres membres.

« Les membres sont, autant que possible, choisis dans les différentes nationalités des adhérents. En aucun cas, il ne peut y avoir plus de neuf membres appartenant à la même nationalité.

« Lorsque le lieu de réunion d'une session du Congrès est déterminé, la Commission internationale peut s'adjoindre, à titre temporaire, des membres choisis dans le pays où la prochaine assemblée doit être tenue.

« La Commission nomme ses secrétaires et son trésorier. Ils n'ont, en cette qualité, que voix consultative.

« ART. 6. — La Commission internationale élit, dans son sein, les membres de son bureau dans la première séance qui suit une session du Congrès.

« La Commission se réunit sur la convocation du président, aussi souvent que l'intérêt de l'Association l'exige, et au moins une fois par an.

« Elle doit être convoquée lorsque cinq de ses membres le demandent. Les séances de la Commission sont présidées par le président. En cas d'empêchement, le président est remplacé par un des vice-présidents.

« Les résolutions de la Commission sont prises à la majorité des voix des membres présents. En cas de partage, la voix du membre qui préside est prépondérante.

« Les délibérations de la Commission sont constatées par des procès-verbaux. Elles ne sont valables que si neuf membres au moins y prennent part.

« Si, dans une première réunion, ce nombre n'est pas atteint, il pourra être délibéré à la réunion suivante, convoquée à quinze jours d'intervalle, quel que soit le nombre de membres présents.

« ART. 7. — La Commission internationale est renouvelée par tiers à chaque session du Congrès.

« Elle fixe, dans sa première séance après ce renouvellement, l'ordre de sortie de ses membres lors des élections suivantes.

« Les membres sortants sont rééligibles.

« La Commission a, en tout temps, la faculté de se compléter par la désignation provisoire de membres choisis parmi les délégués des adhérents. Dans ce cas, il est procédé à l'élection définitive lors de la plus prochaine session.

« COMITÉ.

« ART. 8. — Dans la première séance qui suit une session, la Commission délègue sept de ses membres, qui forment un Comité de direction.

« Le Comité de direction est composé du président, du secrétaire général et de cinq membres.

« Les secrétaires et le trésorier de la Commission y sont adjoints, avec voix consultative.

« Le mandat des membres du Comité de direction a une durée égale à l'intervalle de deux sessions du Congrès. Il peut être renouvelé.

« Le Comité se réunit au moins tous les trois mois. Il peut être convoqué extraordinairement sur l'initiative du président ou à la demande de trois membres.

« ART. 9. — Le Comité est chargé spécialement de l'expédition des affaires courantes, de la gestion des finances, ainsi que de la surveillance et de la direction de tous les travaux, études et publications, de la rédaction du *Bulletin*, de la

conservation de la bibliothèque et des archives. Il fait imprimer entièrement ou partiellement les mémoires et les documents destinés au Congrès qu'il lui paraît nécessaire de distribuer pour éclairer les discussions. Il se tient à la disposition des adhérents pour leur fournir les renseignements spéciaux qui lui seraient demandés.

« Le Comité nomme et révoque le personnel.

« L'exécution des décisions du Comité est confiée à son bureau.

« SESSIONS DU CONGRÈS.

« ART. 10. — Le Congrès se réunit tous les deux ans. Dans chaque session, il désigne le lieu et la date de la session suivante.

« En cas d'empêchement imprévu, la Commission internationale peut modifier ces dispositions.

« ART. 11. — Ont le droit de prendre part aux sessions du Congrès :

« 1° Les membres de la Commission internationale;

« 2° Les délégués désignés par les adhérents;

« 3° Les secrétaires et le trésorier, ainsi que les secrétaires de section nommés par la Commission ou par son Comité et chargés de l'exposé des questions du programme.

« Les Gouvernements fixent eux-mêmes le nombre de leurs délégués.

« Les Administrations de chemins de fer peuvent nommer des délégués au nombre de 8 au plus, suivant l'étendue de leur réseau, à savoir :

« 2 délégués pour les exploitations ne dépassant pas 100 kilomètres,

« 3 — — — — — 500 —

et 1 délégué en plus pour chaque groupe de 500 kilomètres en plus.

« ART. 12. — A l'ouverture de chaque session, le bureau de la Commission internationale remplit les fonctions de bureau provisoire, et le Congrès procède immédiatement à l'élection de son bureau, composé :

« 1° D'un ou de plusieurs présidents d'honneur;

« 2° D'un président;

« 3° De vice-présidents;

« 4° Des présidents de section, en conformité de l'article 14;

« 5° D'un secrétaire général;

« 6° De secrétaires.

« Le premier délégué de chaque Gouvernement est de droit vice-président.

« Tous les membres du bureau sont nommés pour une session.

« L'élection a lieu dans les conditions indiquées à l'article 16, alinéa 6 :

« Les fonctions des membres du bureau sont celles déterminées par les règles en usage dans les assemblées délibérantes pour la direction des débats.

« ART. 13. — A l'ouverture de chaque session et après la formation du bureau, le Congrès se divise en sections (voies et travaux, traction et matériel, exploitation, questions d'ordre général, etc.).

« Un membre peut s'inscrire à la fois dans plusieurs sections.

« Le Congrès peut aussi constituer des commissions spéciales.

« ART. 14. — Chaque section nomme son président, son secrétaire principal et ses secrétaires. Les présidents de section sont, de droit, membres du bureau de la session.

« Les sections et les commissions se dissolvent à la fin de chaque session.

« ART. 15. — Les discussions du Congrès portent sur les questions inscrites au programme de la session.

« Ce programme est arrêté par la Commission internationale; il y est tenu compte des indications résultant des délibérations du précédent Congrès et de ses sections.

« La Commission reçoit les propositions des adhérents; elle fait rédiger un exposé sommaire et sans conclusions des éléments de chaque question, ainsi que l'analyse des documents qui lui ont été transmis.

« ART. 16. — Les discussions ont lieu en français ou dans la langue du pays où se tient le Congrès. Des interprètes traduisent en français les discours prononcés dans une autre langue.

« Les procès-verbaux et les comptes rendus sont rédigés en français, mais les orateurs ont le droit d'exiger la reproduction de leurs déclarations originales en regard de la traduction.

« Les discussions ont lieu d'abord en sections.

« Les bureaux des sections rédigent un résumé des débats formulant les diverses opinions émises dans la section. Après approbation par la section, ces résumés sont présentés à l'assemblée plénière et insérés dans le procès-verbal, en y ajou-

tant, s'il y a lieu, la mention des opinions nouvelles émises au sein de l'assemblée plénière.

« Le Congrès n'émet de votes qu'en ce qui concerne les questions relatives au règlement ou se rattachant à l'organisation de l'institution.

« Les votes sur ces questions spéciales ont lieu à la majorité des voix des membres assistant au Congrès. Il est procédé au vote par assis et levé; s'il existe un doute sur le résultat du vote, il est passé au scrutin. Le vote par appel nominal n'a lieu que s'il en est fait la demande par douze assistants.

« COTISATIONS, REVISION DES STATUTS, ETC.

« ART. 17. — Les frais des sessions, de la Commission internationale et du Comité sont à la charge d'une caisse alimentée :

« 1° Par les cotisations annuelles des adhérents;

« 2° Par des subventions et autres libéralités.

« Les cotisations annuelles des adhérents se composent :

« 1° Pour les Gouvernements, d'une allocation fixée par eux-mêmes;

« 2° Pour les Administrations de chemins de fer, d'une part fixe de 100 francs, plus une part variable proportionnelle à l'étendue de leur réseau. Cette cotisation variable, destinée à couvrir le budget de l'association, ne peut dépasser 25 centimes par kilomètre.

« L'année sociale commence le 15 avril.

« ART. 18. — Les cotisations donnent le droit aux adhérents de recevoir gratuitement les comptes rendus des sessions à un nombre d'exemplaires indiqué par le nombre de leurs délégués augmenté d'une unité.

« Les autres publications sont envoyées aux Administrations adhérentes en raison de leur importance calculée d'après les bases de l'article 11, et des abonnements à prix réduits peuvent être accordés.

« ART. 19. — La Commission internationale présente, à chaque session du Congrès, un rapport sur l'administration des finances. Le Congrès nomme deux commissaires chargés de la vérification des comptes.

« ART. 20. — Toute proposition de revision des statuts doit être présentée à la Commission internationale, avec motifs à l'appui, trois mois au moins avant l'ou-

verture de la session, de façon à pouvoir être portée par la Commission à la connaissance des adhérents un mois au moins avant cette ouverture. La proposition, avant sa prise en considération par le Congrès, doit être appuyée par la Commission ou par vingt-cinq membres.

« ART. 21. — Les adhérents s'efforcent de faciliter les réunions du Congrès et la mission de la Commission internationale. »

« DISPOSITION TRANSITOIRE.

« Pour la première fois, toute la Commission internationale sera élue à la session du Congrès de 1887. »

Plusieurs membres. Aux voix!

M. Matrot. Nous demandons une légère modification. A l'article 15, alinéa 3, au lieu de dire que : *la Commission internationale fait rédiger*, nous désirons qu'on dise : *un rapporteur désigné par cette Commission rédige*, etc. A un certain moment, il s'est produit, dans la 3^e section, une petite discussion résultant de ce qu'on craignait qu'un mot qui avait dépassé la pensée du rapporteur n'eût une trop grande importance s'il était regardé comme sanctionné par la Commission internationale. Nous demandons ce changement de rédaction pour éviter que les exposés puissent être considérés comme l'œuvre solennelle de la Commission internationale. (*Marques d'adhésion.*)

M. le Président. Il n'y a pas d'objection à cette modification à l'article 15? (*Non.*) Je la déclare adoptée.

M. Matrot. A l'article 11, nous proposons de rédiger ainsi la dernière ligne : *et un délégué en plus par groupe de 500 kilomètres ou par fraction de 500 kilomètres en plus.* Ce n'est qu'une question de forme. Je suis certain qu'au fond nous sommes d'accord.

M. le Président. Il n'y a pas d'opposition à cette modification? (*Non, non.*)

Je mets aux voix le règlement avec les amendements que vient de vous faire connaître M. Matrot.

— Le règlement est adopté à l'unanimité avec ces amendements. (Voir Annexe.)

Désignation du lieu de réunion de la session de 1889.

M. le Président. Messieurs, le règlement que vous venez de voter porte à l'article 10 : « Le Congrès se réunit tous les deux ans. Dans chaque session, il désigne le lieu et la date de la session suivante. » J'ai cru de mon devoir de consulter plusieurs de nos collègues relativement à ce point, et je me crois autorisé à proposer au Congrès de choisir Paris comme lieu de réunion de la session prochaine. (*Applaudissements.*)

C'est une proposition qui est discutable; l'assemblée aura à se prononcer à ce sujet.

M. Fassiaux. Cette proposition est appuyée par la Commission internationale, qui ne croit pas qu'elle puisse donner lieu à aucune objection. (*Marques d'assentiment.*)

M. le Président. L'assemblée décide donc, à l'unanimité, que le prochain Congrès aura lieu à Paris. La Commission internationale fixera ultérieurement la date de la réunion de ce Congrès; il se tiendra probablement au mois de septembre 1889.

M. Léon Say. Ayant eu l'honneur d'être vice-président du Congrès pour la France, je suis chargé par mes compatriotes d'adresser nos vifs remerciements à l'assemblée.

Nous ne prétendons pas que l'hospitalité parisienne ressemblera à la charmante hospitalité italienne (*Longs applaudissements*), mais nous vous prions d'être persuadés que nous unirons tous nos efforts pour vous faire un accueil digne de vous. (*Applaudissements prolongés.*)

— La séance est levée à 4 heures.

ANNEXE

DISPOSITIONS STATUTAIRES ET RÉGLEMENTAIRES

(TEXTE DÉFINITIF)

BUT ET DÉFINITION.

ARTICLE PREMIER. — Le *Congrès international des chemins de fer* est une association permanente ayant pour but de favoriser les progrès des chemins de fer.

ART. 2. — L'Association se compose d'Administrations de chemins de fer d'État et d'Administrations concessionnaires ou exploitantes de chemins de fer d'intérêt public qui ont fait acte d'adhésion.

Les Gouvernements adhérant à l'Association se font représenter par des délégués.

ART. 3. — L'Association est représentée par une Commission internationale qui est élue par le Congrès. Cette Commission a son siège à Bruxelles.

Les fonctions de ses membres sont honorifiques.

COMMISSION INTERNATIONALE.

ART. 4. — La Commission est chargée d'organiser les sessions du Congrès, de désigner les questions à examiner, d'en préparer l'étude, de faire rédiger et de publier les comptes rendus des débats, de dresser le budget, de fixer les cotisations en conformité de l'article 17, de surveiller la gestion des finances et, généralement, de faire procéder à tous les travaux, études et publications qu'elle juge utiles dans l'intérêt de l'œuvre poursuivie par l'Association.

ART. 5. — La Commission internationale se compose de 29 membres, savoir :

- 1 président;
- 2 vice-présidents;
- 1 secrétaire général;
- 25 autres membres.

Les membres sont, autant que possible, choisis dans les différentes nationalités des adhérents. En aucun cas, il ne peut y avoir plus de neuf membres appartenant à la même nationalité.

Lorsque le lieu de réunion d'une session du Congrès est déterminé, la Commission internationale peut s'adjoindre, à titre temporaire, des membres choisis dans le pays où la prochaine assemblée doit être tenue.

La Commission nomme ses secrétaires et son trésorier. Ils n'ont, en cette qualité, que voix consultative.

ART. 6. — La Commission internationale élit, dans son sein, les membres de son bureau dans la première séance qui suit une session du Congrès.

La Commission se réunit sur la convocation du président, aussi souvent que l'intérêt de l'Association l'exige, et au moins une fois par an.

Elle doit être convoquée lorsque cinq de ses membres le demandent. Les séances de la Commission sont présidées par le président. En cas d'empêchement, le président est remplacé par un des vice-présidents.

Les résolutions de la Commission sont prises à la majorité des voix des membres présents. En cas de partage, la voix du membre qui préside est prépondérante.

Les délibérations de la Commission sont constatées par des procès-verbaux. Elles ne sont valables que si neuf membres au moins y prennent part.

Si, dans une première réunion, ce nombre n'est pas atteint, il pourra être délibéré à la réunion suivante, convoquée à quinze jours d'intervalle, quel que soit le nombre de membres présents.

ART. 7. — La Commission internationale est renouvelée par tiers à chaque session du Congrès.

Elle fixe, dans sa première séance après ce renouvellement, l'ordre de sortie de ses membres lors des élections suivantes.

Les membres sortants sont rééligibles.

La Commission a, en tout temps, la faculté de se compléter par la dési-

gnation provisoire de membres choisis parmi les délégués des adhérents. Dans ce cas, il est procédé à l'élection définitive lors de la plus prochaine session.

COMITÉ.

ART. 8. — Dans la première séance qui suit une session, la Commission délègue sept de ses membres, qui forment un Comité de direction.

Le Comité de direction est composé du président, du secrétaire général et de cinq membres.

Les secrétaires et le trésorier de la Commission y sont adjoints, avec voix consultative.

Le mandat des membres du Comité de direction a une durée égale à l'intervalle de deux sessions du Congrès. Il peut être renouvelé.

Le Comité se réunit au moins tous les trois mois. Il peut être convoqué extraordinairement sur l'initiative du président ou à la demande de trois membres.

ART. 9. — Le Comité est chargé spécialement de l'expédition des affaires courantes, de la gestion des finances, ainsi que de la surveillance et de la direction de tous les travaux, études et publications, de la rédaction du *Bulletin*, de la conservation de la bibliothèque et des archives. Il fait imprimer entièrement ou partiellement les mémoires et les documents destinés au Congrès qu'il lui paraît nécessaire de distribuer pour éclairer les discussions. Il se tient à la disposition des adhérents pour leur fournir les renseignements spéciaux qui lui seraient demandés.

Le Comité nomme et révoque le personnel.

L'exécution des décisions du Comité est confiée à son bureau.

SESSIONS DU CONGRÈS.

ART. 10. — Le Congrès se réunit tous les deux ans. Dans chaque session, il désigne le lieu et la date de la session suivante.

En cas d'empêchement imprévu, la Commission internationale peut modifier ces dispositions.

ART. 11. — Ont le droit de prendre part aux sessions du Congrès :

1° Les membres de la Commission internationale;

2° Les délégués désignés par les adhérents;

3° Les secrétaires et le trésorier, ainsi que les secrétaires de section nommés

par la Commission ou par son Comité et chargés de l'exposé des questions du programme.

Les Gouvernements fixent eux-mêmes le nombre de leurs délégués.

Les Administrations de chemins de fer peuvent nommer des délégués au nombre de 8 au plus, suivant l'étendue de leur réseau, à savoir :

2 délégués pour les exploitations ne dépassant pas 100 kilomètres,

3 — — — — — 500 —

et 1 délégué en plus par groupe de 500 kilomètres ou par fraction de 500 kilomètres en plus.

ART. 12. — A l'ouverture de chaque session, le bureau de la Commission internationale remplit les fonctions de bureau provisoire, et le Congrès procède immédiatement à l'élection de son bureau, composé :

1° D'un ou de plusieurs présidents d'honneur;

2° D'un président;

3° De vice-présidents;

4° Des présidents de section, en conformité de l'article 14;

5° D'un secrétaire général;

6° De secrétaires.

Le premier délégué de chaque Gouvernement est de droit vice-président.

Tous les membres du bureau sont nommés pour une session.

L'élection a lieu dans les conditions indiquées à l'article 16, alinéa 6 :

Les fonctions des membres du bureau sont celles déterminées par les règles en usage dans les assemblées délibérantes pour la direction des débats.

ART. 13. — A l'ouverture de chaque session et après la formation du bureau, le Congrès se divise en sections (voies et travaux, traction et matériel, exploitation, questions d'ordre général, etc.).

Un membre peut s'inscrire à la fois dans plusieurs sections.

Le Congrès peut aussi constituer des commissions spéciales.

ART. 14. — Chaque section nomme son président, son secrétaire principal et ses secrétaires. Les présidents de section sont, de droit, membres du bureau de la session.

Les sections et les commissions se dissolvent à la fin de chaque session.

ART. 15. — Les discussions du Congrès portent sur les questions inscrites au programme de la session.

Ce programme est arrêté par la Commission internationale; il y est tenu compte des indications résultant des délibérations du précédent Congrès et de ses sections.

La Commission reçoit les propositions des adhérents; un rapporteur désigné par la Commission rédige un exposé sommaire et sans conclusions des éléments de chaque question, ainsi que l'analyse des documents qui lui ont été transmis.

ART. 16. — Les discussions ont lieu en français ou dans la langue du pays où se tient le Congrès. Des interprètes traduisent en français les discours prononcés dans une autre langue.

Les procès-verbaux et les comptes rendus sont rédigés en français, mais les orateurs ont le droit d'exiger la reproduction de leurs déclarations originales en regard de la traduction.

Les discussions ont lieu d'abord en sections.

Les bureaux des sections rédigent un résumé des débats formulant les diverses opinions émises dans la section. Après approbation par la section, ces résumés sont présentés à l'assemblée plénière et insérés dans le procès-verbal, en y ajoutant, s'il y a lieu, la mention des opinions nouvelles émises au sein de l'assemblée plénière.

Le Congrès n'émet de votes qu'en ce qui concerne les questions relatives au règlement ou se rattachant à l'organisation de l'institution.

Les votes sur ces questions spéciales ont lieu à la majorité des voix des membres assistant au Congrès. Il est procédé au vote par assis et levé; s'il existe un doute sur le résultat du vote, il est passé au scrutin. Le vote par appel nominal n'a lieu que s'il en est fait la demande par douze assistants.

COTISATIONS, REVISION DES STATUTS, ETC.

ART. 17. — Les frais des sessions, de la Commission internationale et du Comité sont à la charge d'une caisse alimentée :

- 1° Par les cotisations annuelles des adhérents;
- 2° Par des subventions et autres libéralités.

Les cotisations annuelles des adhérents se composent :

- 1° Pour les Gouvernements, d'une allocation fixée par eux-mêmes;

2° Pour les Administrations de chemins de fer, d'une part fixe de 100 francs, plus une part variable proportionnelle à l'étendue de leur réseau. Cette cotisation variable, destinée à couvrir le budget de l'association, ne peut dépasser 25 centimes par kilomètre.

L'année sociale commence le 15 avril.

ART. 18. — Les cotisations donnent le droit aux adhérents de recevoir gratuitement les comptes rendus des sessions à un nombre d'exemplaires indiqué par le nombre de leurs délégués augmenté d'une unité.

Les autres publications sont envoyées aux Administrations adhérentes en raison de leur importance calculée d'après les bases de l'article 11, et des abonnements à prix réduits peuvent être accordés.

ART. 19. — La Commission internationale présente, à chaque session du Congrès, un rapport sur l'administration des finances. Le Congrès nomme deux commissaires chargés de la vérification des comptes.

ART. 20. — Toute proposition de revision des statuts doit être présentée à la Commission internationale, avec motifs à l'appui, trois mois au moins avant l'ouverture de la session, de façon à pouvoir être portée par la Commission à la connaissance des adhérents un mois au moins avant cette ouverture. La proposition, avant sa prise en considération par le Congrès, doit être appuyée par la Commission ou par vingt-cinq membres.

ART. 21. — Les adhérents s'efforcent de faciliter les réunions du Congrès et la mission de la Commission internationale.

DISPOSITION TRANSITOIRE.

Pour la première fois, toute la Commission internationale sera élue à la session du Congrès de 1887.

II^e QUESTION

TRAVERSES MÉTALLIQUES

Quelles conclusions peut-on tirer, au double point de vue économique et technique; des derniers résultats obtenus par l'emploi des traverses métalliques?

2° Pour les Administrations de chemins de fer, d'une part fixe de 100 francs, plus une part variable proportionnelle à l'étendue de leur réseau. Cette cotisation variable, destinée à couvrir le budget de l'association, ne peut dépasser 25 centimes par kilomètre.

L'année sociale commence le 15 avril.

ART. 18. — Les cotisations donnent le droit aux adhérents de recevoir gratuitement les comptes rendus des sessions à un nombre d'exemplaires indiqué par le nombre de leurs délégués augmenté d'une unité.

Les autres publications sont envoyées aux Administrations adhérentes en raison de leur importance calculée d'après les bases de l'article 11, et des abonnements à prix réduits peuvent être accordés.

ART. 19. — La Commission internationale présente, à chaque session du Congrès, un rapport sur l'administration des finances. Le Congrès nomme deux commissaires chargés de la vérification des comptes.

ART. 20. — Toute proposition de revision des statuts doit être présentée à la Commission internationale, avec motifs à l'appui, trois mois au moins avant l'ouverture de la session, de façon à pouvoir être portée par la Commission à la connaissance des adhérents un mois au moins avant cette ouverture. La proposition, avant sa prise en considération par le Congrès, doit être appuyée par la Commission ou par vingt-cinq membres.

ART. 21. — Les adhérents s'efforcent de faciliter les réunions du Congrès et la mission de la Commission internationale.

DISPOSITION TRANSITOIRE.

Pour la première fois, toute la Commission internationale sera élue à la session du Congrès de 1887.

II^e QUESTION

TRAVERSES MÉTALLIQUES

Quelles conclusions peut-on tirer, au double point de vue économique et technique, des derniers résultats obtenus par l'emploi des traverses métalliques?

II^e QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Exposé par M. Kowalski (fig. 1 à 4, p. 36).	II — 3
1 ^{re} note par l'Administration des chemins de fer de l'État néerlandais (pl. I, fig. 1 et 2, p. 41, et fig. 1 à 11, p. 46)	II — 37
2 ^e note par l'Administration des chemins de fer de l'Est français (pl. II et III)	II — 48
3 ^e — — — — — de l'État belge.	II — 50
4 ^e — — — — — Méridionaux (Italie).	II — 54
5 ^e note par M. Hohenegger (fig. 1 et 2, p. 58).	II — 57
Discussion en section	II — 66
Discussion en séance plénière et conclusions	II — 110
Annexes : A. Note de M. Morandiere (pl. IV). — B. Note du North Eastern Railway .	II — 116

EXPOSÉ

PAR A. M. KOWALSKI

• INGÉNIEUR, CHEF DU SERVICE CENTRAL AUX CHEMINS DE FER BONE-GUELMA ET PROLONGEMENTS

La question II du programme des travaux du Congrès de Milan est ainsi conçue :

« Quelle conclusion peut-on tirer, au double point de vue économique et technique, des derniers résultats obtenus par l'emploi des traverses métalliques ? »

Conformément à l'article IV du règlement, nous donnons ci-dessous une analyse des documents transmis à la Commission internationale du Congrès des chemins de fer ainsi qu'un exposé sommaire et sans conclusion des éléments de la question. Nous y joignons, à titre de renseignement et en vue d'éclairer la discussion en section, un résumé des informations que nous avons pu recueillir personnellement.

I. — ANALYSE DES COMMUNICATIONS DES ADHÉRENTS.

Les documents qui ont été transmis à la Commission internationale sont les suivants :

1° Un rapport avec dessins de la Compagnie des chemins de fer de l'État néerlandais;

2° Une note de la Compagnie des chemins de fer de l'Est français;

3° Une note de l'Administration des chemins de fer de l'État belge avec annexes;

4° Un rapport, avec atlas, du Ministère des travaux publics de France.

1° *Note de la Compagnie des chemins de fer de l'État néerlandais* ⁽¹⁾.

L'expérience de la Compagnie des chemins de fer de l'État néerlandais date de vingt-deux ans. En 1865, cette Compagnie a posé sur la ligne Deventer-Zwolle 10,000 traverses métalliques du système Cosijns, consistant simplement

(¹) Voir le numéro d'août 1887 du *Bulletin de la Commission internationale*, 2° fasc., p. 669 et pl. XVII.

en un fer laminé, en forme de **H**, posé à plat, mesurant 2^m70 de longueur sur 20 centimètres de largeur et pesant 56^k7 la pièce; le rail, en fer, de 38 kilogrammes le mètre linéaire, reposait sur la traverse, par l'intermédiaire de coussinets en chêne, entaillés à l'inclinaison d'un vingtième; le rail était fixé simplement par des boulons.

Cette traverse, bien qu'un peu primitive et ne présentant pour ainsi dire aucune des qualités que l'on préconise aujourd'hui pour l'emploi des traverses métalliques, a fait un excellent service : malgré une circulation assez active de douze et seize trains par jour, après vingt-deux ans de pose, il en reste encore actuellement dans la voie 9,547, soit 95 1/2 p. c.

En 1880, la Compagnie de l'Etat néerlandais, encouragée par le succès de l'expérience précédente, décida d'entreprendre une étude méthodique de la question des traverses métalliques, en profitant, chaque année, des résultats acquis pour introduire de nouveaux perfectionnements.

La note fournie par la Compagnie expose en détail le programme de cette étude, qui a donné lieu, depuis 1881 jusqu'au 1^{er} janvier 1887, à la pose de 1240,000 traverses correspondant à 9 types différents.

Le poids des traverses essayées a été toujours en augmentant : de 40 kilogrammes pour la pose de 1881 (n° 1) en fer laminé, il est passé à 50 kilogrammes en 1883 (n° III) pour une traverse en acier, et jusqu'à 55 kilogrammes dans les derniers essais pour la traverse Post en acier, laminée à profil et épaisseur variables.

Le modèle auquel la Compagnie s'est arrêtée est celui étudié par son ingénieur de la voie, M. Post. Cette traverse rentre dans le type II (auge renversée) ⁽¹⁾. Elle présente normalement, sauf certaines modifications que la pratique amène à y introduire, suivant les types de voies auxquels on l'applique, les dispositions principales suivantes :

Matière : Aciers doux;

Forme : Section en U renversé à profil et épaisseur variables, bouts abattus;

Longueur : 2^m55 à 2^m65;

Poids : 50 à 55 kilogrammes;

Attaches : Boulons et crapauds en acier avec plaques ou boulons excentrés donnant de 0 à 16 millimètres de surécartement; anneaux ressorts interposés entre les boulons et les crapauds. Le poids des attaches est de 3^k500;

⁽¹⁾ Voir le numéro de février 1886 de la *Revue générale des chemins de fer* : « Note sur l'emploi des traverses métalliques. »

Conditions de la pose : 10 traverses par longueur de rail de 9 mètres ou 13 par rail de 12 mètres; rails pesant 33^k7, 38 et 40 kilogrammes par mètre courant;

Ballast : en sable, cendrée et gravier;

Poids des locomotives : 50 tonnes et 68 tonnes; charge maxima sur un essieu, 13^t9; vitesse maxima des trains, 75 kilomètres à l'heure;

Rayon minimum : 350 mètres;

Déclivité maxima : 16 millimètres;

Prix des traverses : 110 francs la tonne à l'usine, soit 5 fr. 50 c. à 6 francs par traverse et 1 franc pour les attaches.

Les résultats pratiques obtenus avec les traverses posées dans ces conditions, sont énoncés dans la note de la Compagnie de l'État néerlandais, sous forme de tableaux statistiques détaillés qui peuvent se résumer comme suit :

1° L'entretien proprement dit des voies sur traverses métalliques est moins onéreux que celui des voies sur traverses en bois, surtout après les deux ou trois premières années; la Compagnie estime qu'après trois années de consolidation, une équipe de 4 hommes peut, en travaillant 250 jours par an, et consacrant par suite 50 jours à d'autres travaux, entretenir dans de bonnes conditions 8 kilomètres de voies courante sur traverses Post;

2° La stabilité est plus grande; l'inclinaison et l'écartement des rails se maintiennent plus réguliers;

3° Le déplacement latéral ne se produit pas quand les traverses sont fermées aux extrémités;

4° L'acier doux se prête mieux à la fabrication des traverses métalliques que le fer laminé; la Compagnie juge utile de recuire les traverses après l'emboutissage des bouts, sans cependant que ce soit considéré comme indispensable;

5° Les joints chevauchés et en porte-à-faux donnent de bons résultats;

6° Le ballast s'incruste dans la cuve renversée que forme l'intérieur de la traverse, notamment au droit de l'appui des rails, et constitue un noyau qui en augmente la masse.

2° Note de la Compagnie de l'Est français (1).

La Compagnie de l'Est français a mis à l'essai récemment un système de traverses métalliques imaginé par M. Guillaume, ingénieur principal du matériel fixe de la Compagnie (2).

(1) Voir le numéro d'août 1887 du *Bulletin de la Commission internationale*, 2^e fasc., p. 680.

(2) Voir le numéro de juillet 1886 de la *Revue générale des chemins de fer*.

Cette traverse se compose d'un fer en U recourbé vers le bas, à ses deux extrémités, pour augmenter la résistance au déplacement latéral. Elle rentre dans le type III (forme prismatique régulière) ⁽¹⁾. Le rail repose sur les traverses par l'intermédiaire de coins en bois comprimé qui donnent l'inclinaison d'un vingtième; il est fixé par des agrafes en acier qui s'engagent dans les parois verticales de la traverse. Ces agrafes peuvent être enlevées de manière à permettre de retirer une traverse sans toucher au rail.

La traverse proprement dite pèse 78 kilogrammes; les attaches, 8*400; ensemble, 86*400.

L'expérience entreprise par la Compagnie de l'Est français est encore de trop courte durée pour permettre de formuler une conclusion définitive et surtout de chiffrer les dépenses d'entretien comparativement à celle des voies sur traverses en bois. Néanmoins, on peut déjà affirmer que les résultats généraux sont satisfaisants : la voie est solide, stable et n'a pas exigé de soins spéciaux. Les avantages que la Compagnie reconnaît à ce système de traverses sont les suivants :

- 1° La surface d'appui sur le ballast est placée très bas;
- 2° Elle est plane et convient à toute espèce de ballast;
- 3° Il n'y a pas contact entre le patin du rail et le métal de la traverse, ce qui évite le ferraillement;
- 4° Le système d'attache est simple et ne nécessite ni rivets ni boulons.

La Compagnie de l'Est français estime toutefois qu'en raison de la grande durée qu'elle obtient de ses traverses en chêne créosoté, — durée qu'elle croit pouvoir évaluer à vingt-cinq ans, — la substitution du métal au bois ne présentera pas actuellement pour elle d'avantages bien appréciables ⁽²⁾.

3° Note des chemins de fer de l'État belge ⁽³⁾.

L'Administration des chemins de fer de l'État belge a remis à la Commission du Congrès une note qui présente l'histoire des nombreux succès que cette

⁽¹⁾ Voir le numéro de février 1886 de la *Revue générale des chemins de fer* : « Note sur l'emploi des traverses métalliques. »

⁽²⁾ Il est à remarquer que la traverse de la Compagnie de l'Est ressemble dans son principe à celle de Cosijns, employée avec succès par la Compagnie de l'État néerlandais depuis 1865, sur laquelle elle présente toutefois d'importants perfectionnements.

⁽³⁾ Voir le numéro d'août 1887 du *Bulletin de la Commission internationale*, 2^e fasc., p. 682 et pl. XVIII et XIX.

Administration a rencontrés dans les essais de traverses métalliques qu'elle a entrepris depuis 1846 jusqu'en 1885.

La constance de ces mauvais résultats pourrait être de nature à faire naître une conclusion défavorable à l'emploi des traverses métalliques, mais il convient de se demander si les inconvénients qu'ont révélés les essais entrepris par les chemins de fer de l'État belge ne provenaient pas de défauts inhérents aux systèmes essayés, à la matière dont étaient faites les traverses, et enfin si les essais ont été poursuivis pendant des périodes assez longues pour que leurs résultats puissent être considérés comme bien définitifs.

Il semble, en tout cas, que l'Administration de l'État belge n'ait pas jugé qu'il convenait de condamner le principe des traverses métalliques, puisque, en 1885, elle a décidé la mise à l'essai de 75,000 traverses de trois types nouveaux :

1° 35,000 modèle A (système Post ancien), présentant :

2^m50 de longueur;

0^m250 de largeur;

de 0^m071 à 0^m090 de hauteur;

Épaisseur, 0^m012 au milieu;

— 0^m016 à l'aplomb du rail;

Poids = 75 kilogrammes;

Attaches avec boulon et crapaud, anneau à ressort;

12 traverses par rail de 9 mètres de longueur; joint en porte-à-faux;

2° 35,000 modèle B (système étudié par M. Braet, ingénieur de la voie et des travaux aux chemins de fer de l'État belge) :

Même forme générale et mêmes attaches que la précédente;

Longueur : 2^m50;

Largeur : 0^m270;

Hauteur : de 0^m095 à 0^m110;

Épaisseur réduite à 0^m009 au milieu;

— — 0^m013 à l'aplomb du rail.

3° 5,000 modèle C (système de M. Bernard, ingénieur de la voie aux chemins de fer nord-belges).

Cette traverse rentre dans le type III (forme prismatique régulière).

Elle se compose de deux fers en \sqcap placés parallèlement à 188 millimètres l'un de l'autre, reliés à leur base sur deux plateaux en tôle placés aux extrémités et relevés aux bouts, de façon à former une sorte de cuve remplie par le ballast et

par la Commission ou par son Comité et chargés de l'exposé des questions du programme.

Les Gouvernements fixent eux-mêmes le nombre de leurs délégués.

Les Administrations de chemins de fer peuvent nommer des délégués au nombre de 8 au plus, suivant l'étendue de leur réseau, à savoir :

2 délégués pour les exploitations ne dépassant pas 100 kilomètres,

3 — — — — — 500 —

et 1 délégué en plus par groupe de 500 kilomètres ou par fraction de 500 kilomètres en plus.

ART. 12. — A l'ouverture de chaque session, le bureau de la Commission internationale remplit les fonctions de bureau provisoire, et le Congrès procède immédiatement à l'élection de son bureau, composé :

1° D'un ou de plusieurs présidents d'honneur;

2° D'un président;

3° De vice-présidents;

4° Des présidents de section, en conformité de l'article 14;

5° D'un secrétaire général;

6° De secrétaires.

Le premier délégué de chaque Gouvernement est de droit vice-président.

Tous les membres du bureau sont nommés pour une session.

L'élection a lieu dans les conditions indiquées à l'article 16, alinéa 6 :

Les fonctions des membres du bureau sont celles déterminées par les règles en usage dans les assemblées délibérantes pour la direction des débats.

ART. 13. — A l'ouverture de chaque session et après la formation du bureau, le Congrès se divise en sections (voies et travaux, traction et matériel, exploitation, questions d'ordre général, etc.).

Un membre peut s'inscrire à la fois dans plusieurs sections.

Le Congrès peut aussi constituer des commissions spéciales.

ART. 14. — Chaque section nomme son président, son secrétaire principal et ses secrétaires. Les présidents de section sont, de droit, membres du bureau de la session.

Les sections et les commissions se dissolvent à la fin de chaque session.

laquelle les traverses en fer se brisaient ou se fendaient dans les essais faits en France et en Belgique, lorsque les fers n'étaient pas de très bonne qualité.

L'acier doux, généralement employé aujourd'hui, donne d'excellents résultats; les conditions de résistance imposées communément à ce métal sont les suivantes :

Résistance à la traction, au moins 45 kilogrammes avec 15 p. c. d'allongement minimum ou 35 p. c. de striction minimum.

La malléabilité et la ductilité de ce métal sont telles qu'on peut le plier et l'emboutir à froid, et qu'en cas de déraillement, les traverses se déforment sans se rompre; enfin, ce métal résiste bien à l'oxydation, et son prix est sensiblement le même que celui du fer.

Le *chapitre II* traite de la *voie sur longrines* qui, pendant quelques années, avait pris un développement considérable en Allemagne. Ce mouvement s'est maintenant ralenti depuis qu'on s'est aperçu que les avantages de ce système étaient plus théoriques que réels.

Ainsi, l'économie qu'on espérait obtenir par l'emploi de longrines, en raison de la diminution de longueur des supports, rapportée au mètre courant de voie, s'est trouvée compensée par la nécessité de multiplier les entretoises.

Il est difficile, avec les longrines, de maintenir aussi bien qu'avec les traverses l'écartement régulier de la voie; l'écoulement des eaux est presque impossible à réaliser pratiquement et économiquement; le défaut de solidarité entre les deux longrines constitue un danger en cas de déraillement; le remplacement d'une longrine et la pose en courbe représentent des opérations longues, difficiles et coûteuses.

« Ces inconvénients, dit M. Bricka, sont aujourd'hui reconnus d'une manière générale »; ils expliquent l'abandon relatif, ou du moins l'arrêt dans le développement des appareils de ce système.

Le *chapitre III*, intitulé : *Traverses*, est celui qui présente le plus d'importance pour la question spéciale qui nous occupe. Il contient l'exposé général et la discussion des différents types de traverses métalliques actuellement en usage.

« *Avantages de la voie sur traverses.* — La voie sur traverses est le seul système de voies métalliques qui ait subi avec succès une expérience prolongée. On peut aujourd'hui considérer ce succès comme complet, et la substitution du métal au bois ne dépend plus, en réalité, que du rapport de leurs prix. »

Les traverses en métal présentent, en effet, du moins pour certains modèles, en outre des avantages qui leur sont propres, tous les avantages reconnus aux traverses en bois : facilité de l'assèchement de la voie, solidité de l'assiette, liaison parfaite des deux files de rails, commodité du bourrage, simplicité des remplacements; elles permettent, en outre, dans certaines conditions, de diminuer le cube de ballast employé dans la voie.

« *Formes et dimensions des traverses.* — Toutes les traverses employées sur « une échelle importante sont dérivées d'un type créé par l'inventeur français « Vautherin et dont les premiers essais ont été faits, il y a environ vingt ans, sur « le réseau Paris-Lyon-Méditerranée ⁽¹⁾. »

La forme de la traverse Vautherin est celle d'une auge renversée qui se remplit de ballast par le bourrage, en sorte que le déplacement latéral est empêché par le frottement de tout le noyau de ballast qui garnit l'intérieur de la traverse; la stabilité de la voie est donc très grande.

La largeur de ces traverses est d'au moins 22 à 23 centimètres, pour permettre un bourrage convenable.

L'épaisseur du métal est en général de 8 à 9 millimètres; elle descend à 6 millimètres pour les parties les moins fatiguées.

Le profil longitudinal varie suivant les systèmes; on a renoncé au procédé qui consistait à courber la traverse pour obtenir l'inclinaison d'un vingtième pour l'appui des rails; il en résultait une tendance à basculer en cas de bourrage inégal. On a profité de l'extrême malléabilité de l'acier doux pour couder la traverse à l'inclinaison voulue (système Hösch Lichtammer) et, en même temps, on donne, au laminage, à l'aplomb du rail une surépaisseur qui fortifie cette partie la plus fatiguée.

Dans d'autres systèmes (Haarmann, Heindl, etc.), on emploie les selles pour donner l'inclinaison au rail.

La longueur des traverses varie de 2^m20 à 2^m60; on considère généralement une longueur de 2^m50 comme nécessaire et suffisante.

La fermeture aux extrémités est nécessaire, surtout avec du ballast en sable ou en gravier.

Le poids des traverses métalliques était au début de 35 à 40 kilogrammes

(1) C'est sur la ligne de Besançon à Lons-le-Saulnier, alors en construction, que furent posées, en 1864, six cents traverses Vautherin, fabriquées à l'usine de Fraisans (Jura), appartenant à la Société des forges de Franche-Comté.

seulement; aujourd'hui, l'expérience a démontré qu'il convient de ne pas descendre au-dessous de 50 kilogrammes et d'aller jusqu'à 60 kilogrammes et au-dessus pour des lignes à grand trafic parcourues par des trains rapides; en augmentant le poids, on élève, il est vrai, la dépense de premier établissement, mais on diminue considérablement le coût de l'entretien.

Attaches du rail sur les traverses. — 1° *Voie Vignole.* — Le plus ancien système de fixation du rail sur la traverse est celui qui consiste dans l'emploi d'un prisonnier serré par une clavette contre le patin du rail. Dans plusieurs types (Rüppel, Heindl, Haarmann, Roth et Schuler, Post), l'attache du rail sur la traverse est opérée au moyen d'un crapaud en forme de cornière ou de plaque, serré par un boulon contre le patin.

Ces systèmes donnent des résultats également bons : « Ce qu'on peut considérer, comme certain, dit M. Bricka, c'est que le problème des attaches est depuis longtemps résolu, et qu'avec les divers systèmes que nous venons d'indiquer, on peut obtenir une solidarité parfaite du rail et de la traverse, qui se comportent au passage des trains comme s'ils ne formaient qu'une seule pièce. »

Le surécartement des rails dans les courbes est généralement obtenu en employant des crapauds de dimensions graduées ou, comme dans le système Post, des plaques ou des boulons excentrés.

2° *Voie à double champignon.* — La traverse de M. Webb employée par la « London and North Western Railway Company » porte un coussinet en acier composé de trois pièces estampées, dont l'une forme selle, et les deux autres forment équerre pour soutenir latéralement le rail (¹).

Prix des traverses métalliques. — « On peut admettre que, en raison des sujétions qu'entraîne le laminage pour un poids par mètre courant moindre que celui des rails, le sciage en barres de 2^m50 environ de longueur, le perçage et la fermeture des bouts, le prix de la tonne de traverses est normalement supérieur de 10 francs au prix des rails. »

Le prix des attaches est sensiblement égal à celui des boulons ordinaires.

(¹) La Compagnie « Great Northern Railway » emploie une traverse du type Webb, pesant complète, avec le coussinet et ses accessoires, 80 kilogrammes. La même Compagnie a mis à l'essai des traverses de trois systèmes différents : Howard, Moss Bay et Jozer, pesant toutes environ 63 kilogrammes. Dans la traverse Moss Bay, le coussinet est d'un seul morceau, retenu par des plaques. Le système Howard, dont nous donnons plus loin le dessin (Annexe C, p. II-36), présente cette particularité qu'il n'exige aucune pièce accessoire autre qu'un coin en bois.

Qualité de la voie. — L'expérience a démontré que les voies sur traverses métalliques sont au moins aussi stables que celles sur traverses en bois; l'écartement des rails est maintenu d'une façon absolument invariable.

La voie est douce au roulement; il ne se produit aucun bruit si les traverses sont assez lourdes; en cas de déraillement, la voie ne se disloque pas, comme on est généralement porté à le croire; les traverses se faussent, mais si elles sont faites en acier doux suffisamment malléable, elles peuvent même parfois être remployées, après avoir été redressées à la masse.

Dépenses d'entretien et de renouvellement. — 1° *Renouvellement.* — Les traverses en acier doux résistant à la rouille et ne s'usant pas sous le patin du rail ne périront vraisemblablement que par les trous des attaches; l'expérience des chemins de fer de l'État néerlandais, où 95 p. c. des traverses posées en 1865 sont encore en service, et celle de la ligne d'Alger à Oran, où, depuis dix-neuf ans, on n'a remplacé que 3 1/2 p. c. de traverses Vautherin en fer d'un modèle très primitif, permettent d'évaluer à trente ans, au minimum, la durée moyenne des traverses métalliques.

En admettant cette durée et celle de quinze ans pour les traverses en chêne comme point de départ, en négligeant le prix de la traverse en bois hors de service et comptant celle de la traverse métallique à 40 p. c. de sa valeur primitive, enfin, en prenant 160 francs par tonne pour le prix des traverses métalliques et 5 fr. 50 c. pour le prix des traverses en chêne, M. Bricka établit que la dépense de renouvellement des traverses en acier pesant 56 kilogrammes équivaut à celle du renouvellement des traverses en chêne.

2° *Main-d'œuvre d'entretien.* — « Avec des traverses d'un poids suffisant, du ballast de bonne qualité et un entretien bien fait, la voie sur traverses métalliques ne coûte pas plus cher d'entretien que la voie sur traverses en bois et elle coûtera certainement moins si l'on augmente son poids. »

Résumé des conditions que doit remplir une bonne traverse métallique. —
Métal : Acier doux;

Forme : Celle qui a reçu la consécration de l'expérience la plus longue est le type Vautherin ou ses dérivés (auge renversée fermée aux deux bouts);

Largeur : 22 à 23 centimètres au moins;

Longueur : 2^m50;

Épaisseur : 7 à 8 millimètres, 10 à l'aplomb du rail;

Profil : Droit avec inclinaison sous le rail au moyen d'un renforcement;

Poids : 50 kilogrammes au moins, et davantage sur les voies très fatiguées;

Attaches : Crapauds ou boulons.

Chapitre IV. — Dans ce chapitre, M. Bricka pose ses conclusions au sujet de l'opportunité que présente pour la France l'extension de l'emploi des traverses métalliques; il estime qu'il convient de reprendre et de poursuivre les essais entrepris, en tenant compte des améliorations que suggère l'expérience des Compagnies étrangères. Suivant lui, c'est « sur des sections de 10 à 15 kilomètres qu'il est nécessaire d'opérer, et il serait avantageux de mettre, à la fois, ou successivement, plusieurs sections en observation, de manière à faire varier les conditions de profil, de plan, de nature de ballast, et de multiplier le nombre des agents appelés à entretenir et à observer la nouvelle voie. Des expériences de ce genre ne peuvent, d'ailleurs, quel que soit leur résultat, entraîner qu'une dépense insignifiante, eu égard au but à atteindre, car si elles sont faites avec soin, elles ne peuvent entraîner à un bien grave mécompte ».

Néanmoins, M. Bricka estime que, quel que soit l'avenir de la traverse en métal, elle n'est pas appelée à remplacer, en France, d'une manière complète, la traverse en bois; cette dernière sera toujours d'un emploi économique dans les régions forestières, et elle conservera une supériorité certaine avec le ballast argileux et les plates-formes humides.

La *deuxième partie* du rapport de M. Bricka est consacrée aux appareils de changement de voie en métal. Ces appareils sont considérés comme plus solides et moins coûteux que les appareils similaires en bois.

La *troisième partie* contient la « description des principaux systèmes de voies métalliques usités en Allemagne, en Hollande, en Suisse et en Angleterre ».

Elle constitue la légende détaillée de l'atlas en 35 planches, à grande échelle, représentant, avec tous les éléments d'exécution, les différents systèmes de voies métalliques cités dans le rapport.

Enfin, treize annexes donnent des renseignements se rapportant au sujet traité, notamment : le tableau détaillé du développement des voies métalliques en Allemagne, en Hollande et en Suisse; le tableau des moments d'inertie de quelques profils de traverses; des relevés de prix; la comparaison des dépenses d'entretien des voies sur traverses en bois et en métal en expérience aux chemins de fer

néerlandais; un cahier des charges de la Compagnie du Nord-Est suisse pour la fourniture de traverses métalliques, et la description de quelques types nouveaux mis récemment en expérience en Belgique et en France. Nous avons parlé précédemment de la traverse de M. Bernard et de celles de M. M. Post et de M. Braet, mises à l'essai en Belgique, ainsi que de celle de M. Guillaume, expérimentée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est français.

La Compagnie du Nord a mis récemment en expérience 1,500 traverses du type Séverac : cette traverse se compose d'un fer à **I**, à ailes inégales; le rail est porté par une selle rivée qui donne l'inclinaison du vingtième et dans laquelle il est maintenu par une clavette horizontale.

Le poids est d'environ 57 kilogrammes (¹).

L'Administration des chemins de fer de l'État français expérimente, sur une longueur de 4 kilomètres, des traverses du système Paulet et Lavalette formées de deux cornières jumellées entre lesquelles sont rivés des coussinets en fonte qui reçoivent les rails.

Ces traverses pèsent 75 kilogrammes.

II. — EXPOSÉ DES ÉLÉMENTS DE LA QUESTION.

Les documents analysés ci-dessus sont les seuls qui aient été adressés sur la question II à la Commission internationale du Congrès.

Afin de compléter ces renseignements et de grouper en un tableau, pour en faciliter la comparaison, les résultats obtenus par les Administrations de chemins de fer qui ont employé ou essayé divers types de traverses, dans différentes conditions, nous avons adressé à un certain nombre d'Administrations un questionnaire se rapportant aux principaux éléments du problème et nous donnons ci-joint, en annexe, le résumé des réponses qu'on a bien voulu nous faire parvenir. (Annexe A.)

La question de l'emploi des traverses métalliques a été l'objet d'une discussion longue et approfondie à la première section du Congrès de Bruxelles, et les conclusions posées par la section ont été de nouveau discutées dans une séance de l'assemblée plénière, où se sont manifestées, avec une certaine ardeur, les opinions des ingénieurs qui ont foi dans l'avenir de la traverse métallique, et de ceux qui, au contraire, conservent leurs préférences pour la traverse en bois.

(¹) Cette traverse a reçu récemment des modifications assez importantes.

Les conclusions du Congrès ont été les suivantes :

A. *Le Congrès est d'avis que les voies sur traverses métalliques, considérées au point de vue technique, peuvent soutenir la concurrence des voies sur traverses en bois, aussi bien sur les lignes les plus fatiguées que sur celles qui le sont moins. Le Congrès est aussi d'avis qu'au point de vue financier, cette concurrence est encore possible, mais qu'il y a lieu, dans chaque cas particulier, de faire une comparaison entre les deux types de voies, en tenant compte du prix des matériaux, du coût de la main-d'œuvre d'entretien et de la durée probable de ces matériaux. Le résultat de la comparaison montrera à quel type de voie il faut se rallier.*

B. *Le Congrès est d'avis : 1° que, pour les lignes principales à grande circulation ou très fatiguées, ainsi que pour les lignes stratégiques, il y a lieu d'admettre une traverse métallique plus fortement constituée que celle à employer sur les voies secondaires ou peu fatiguées, à moins toutefois que ces dernières ne soient destinées à devenir voies principales dans un avenir peu éloigné. Pour de pareilles lignes, qui ne sont secondaires que provisoirement, il conviendra, en attendant leur transformation en voies principales, de diminuer convenablement la résistance de la voie, en augmentant, dans une certaine mesure, l'écartement des traverses ; 2° que, pour les lignes secondaires ou peu fatiguées, ne devant jamais devenir lignes principales, il convient d'employer des traverses métalliques moins fortement constituées et moins coûteuses que celles à mettre en œuvre dans les voies principales à grande circulation ou très fatiguées, ou dans les lignes stratégiques.*

En ce qui concerne la forme et les dimensions les plus favorables à adopter pour la traverse métallique, le Congrès émet l'avis que les résultats des expériences entreprises jusqu'à ce jour ne sont pas suffisamment concluants pour préconiser un type à l'exclusion de tous les autres.

Les essais entrepris depuis cette époque par plusieurs Compagnies de chemins de fer témoignent d'une façon manifeste de l'intérêt qui s'attache à cette question.

Les applications nouvelles faites ou décidées depuis le Congrès de Bruxelles, soit à titre d'essai de systèmes nouveaux, soit comme extension d'un emploi antérieur, sont, à notre connaissance, les suivantes :

COMPAGNIES ou ADMINISTRATIONS.	A titre d'essai ou en pratique courante ou commandes en cours.	Quantités	SYSTÈMES.
Les chemins de fer de l'État français . .	ont posé, à titre d'essai.	5,000	Traverses système Paulet.
		10,000	— type dérivé du Vautherin avec coussinets en fonte.
		20,000	— système Post.
		5,000	— en acier dur.
		1,500	— Séverac, ancien modèle à plate-bande inférieure rivée sur toute la longueur.
Le Nord français . .	a commandé	10,000	— même système, avec cette modification que la plate-bande est élargie et limitée, de chaque côté, au quart de la longueur de la traverse.
P.-L.-M. algérien . .	En pratique courante . .	20,000	— système Hilf, avec attaches Vautherin modifiées.
Grand Central Belge .	A titre d'essai	5,000	— système Caramin et C ^{ie} .
	Fait une nouvelle pose de	5,000	— du même système, en modifiant l'attache.
État néerlandais . .	En pratique courante, mais en améliorant progressivement les types, a posé	55,000	— système Post.
État suédois	A titre d'essai	1,000	— système Union-forme Hilf.
Midland Railway . .	A titre d'essai	10,000	— système Atangley, à coussinet pour rail à double champignon.
Great Eastern Railway	A titre d'essai	4,500	
État hongrois	A titre d'essai	3,000	Traverses système Berg et Marche.

COMPAGNIES ou ADMINISTRATIONS.	A titre d'essai ou en pratique courante ou commandes en cours.	Quantités	SYSTÈMES.
Est français	A titre d'essai. . . .	100	Traverses système Post.
		100	— système de la Compa- gnie de l'Est.
	A titre d'essai. . . .	2,500	— système Séverac mo- difié, à plateaux inférieurs légère- ment cintrés et re- courbés vers le bas aux extrémités de la traverse.
Bône-Guelma et pro- longements	— —	2,500	— système Boyenval et Ponsard à attaches modifiées, arrêt rivé d'un côté et boulon à écrou indesser- rable de l'autre.
Compagnies alle- mandes (Francfort- Erfurth, Magde- bourg, Schöne- berg, Essen, Lud- wigshafen)	En pratique courante ou à titre d'essai	184,000	— système Post, de di- verses formes.
		35,000	— système Post.
État belge	A titre d'essai. . . .	35,000	— système Braet.
		5,000	— système Bernard.
Colonies hollandaises.	A titre d'essai. . . .	75,000	— système Post.
Compagnie du port de Barcelone	A titre d'essai. . . .	5,000	— système Paulet.
Chemins de fer hollan- dais	En pratique courante .	22,000	— type dérivé du Vau- therin à selle rivée.
Chemins de fer orien- taux	En pratique courante .	35,000	— type dérivé du Vau- therin.
Chemins de fer de l'État de la Répu- blique Argentine .	En pratique courante .	112,500	— fer, forme auge ren- versée; attaches; arrêt fixe rivé d'un côté, et crapaud boulonné de l'autre.
Compagnie de Dakar à Saint-Louis (Séné- gal)	A titre d'essai	50	— cloches Livesey-Sey- rig.
		50	— Séverac.

Étant donné que la durée des traverses métalliques doit nécessairement être très longue (au moins une trentaine d'années), sans quoi le principe lui-même serait condamné depuis longtemps, il est difficile de poser des conclusions bien complètes sur la plupart des systèmes mis en expérience jusqu'à ce jour : l'expérience n'est généralement pas encore assez longue pour être bien concluante.

Il y a cependant un certain nombre de faits qui peuvent être considérés comme acquis, dès à présent, par les résultats obtenus notamment au chemin de fer de l'État néerlandais et à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée (réseau algérien).

Ces deux Compagnies ont depuis une vingtaine d'années, en service courant, des traverses métalliques dont le type est loin d'être parfait, auxquelles on a été amené à apporter depuis lors d'importantes améliorations, mais telles quelles, ces traverses ont fait un excellent usage : le déchet en vingt ans n'a été que de 3 à 5 p. c. environ, les attaches se sont bien comportées, l'entretien a été moins onéreux que celui d'une voie sur traverses en bois, et ces deux Compagnies estiment qu'elles ont fait une bonne opération lorsque, il y a vingt ans, elles ont pris la détermination de poser, sur une longueur relativement importante, des supports métalliques au lieu de traverses en bois; elle le prouvent, d'ailleurs, en continuant l'emploi des traverses métalliques.

La Compagnie de l'Est français estime que ses traverses en chêne créosoté dureront en moyenne vingt-cinq ans; si ce fait était démontré, et qu'une pareille traverse ne coûtât pas plus cher qu'une traverse métallique, on comprendrait que les Compagnies qui sont en situation de se procurer à un prix avantageux des traverses présentant ces qualités ne songeassent pas à les demander au fer ou à l'acier. De même, les Compagnies de chemins de fer qui desservent des régions forestières auront toujours intérêt à y prendre leurs traverses.

Mais la situation inverse se présente également : dans les pays où il y a pas de bois, où l'on ne peut en faire venir qu'à grands frais, dans ceux où, par suite des circonstances climatiques ou d'autres conditions particulières, le bois ne se conserve pas ⁽¹⁾, il y a intérêt à rechercher si les traverses métalliques ne sont pas d'un usage meilleur et plus économique que les traverses en bois.

Enfin, dans les conditions moyennes, où les traverses en bois peuvent être

(¹) Au Sénégal, des traverses en chêne du Nord, de bonne qualité, ont été détruites par les termites en moins de trois mois; ces insectes rongent tout l'intérieur de la traverse, ne laissant intacte qu'une enveloppe qui conserve la forme extérieure de la traverse, mais n'a qu'une épaisseur moyenne d'un centimètre.

regardées comme présentant une durée qui varie de dix à quinze ans, il convient d'examiner s'il n'y a pas intérêt à employer la traverse métallique, non pas à l'exclusion du bois, mais concurremment avec les traverses en bois.

Il appartient à chaque ingénieur de comparer les *prix de revient* des supports en bois et de ceux en métal, en tenant compte du prix d'achat et de pose, de l'*amortissement du capital de premier établissement* pendant la durée moyenne des traverses, des *dépenses de l'entretien courant* et de la *valeur relative des traverses hors de service*.

Les éléments de ce calcul comparatif varieront nécessairement suivant les circonstances locales, mais on consultera utilement à cet égard la note ci-jointe de la Compagnie de l'État néerlandais, — le travail de M. Bricka analysé ci-dessus, — une note de M. Mazières, ingénieur à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée algérien (10 juin 1885), — un article de M. Gustave Meyer, ingénieur aux chemins de fer de l'État prussien, résumé dans le numéro de février 1886 de la *Revue générale des chemins de fer*, — un article de M. Jungbecker publié dans les numéros de mars et avril 1883 de *Glaser's Annalen*, — une note de M. Wood communiquée à la Société des ingénieurs civils de Londres en 1881, — enfin une note de M. Asser, ingénieur en chef au chemin de fer de l'État hollandais, que nous donnons ci-jointe en annexe.

En ce qui concerne la dépense de premier établissement et de renouvellement seulement, et laissant de côté les conséquences à déduire de la comparaison des frais d'entretien, M. Bricka établit par un calcul approximatif que, en comptant à 5 p. c. l'intérêt et l'amortissement, les traverses en métal présentent un avantage sur celles en bois, dès que leur prix n'est pas supérieur à 163 p. c. de celui de ces dernières.

La Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée estime que la traverse métallique qu'elle emploie sur la ligne d'Alger à Oran lui permet d'économiser un cinquième du cube de ballast pour le garnissage de la voie, et un quart de la main-d'œuvre d'entretien comparativement aux voies sur traverses en bois. M. Demoly, ingénieur à cette Compagnie, évalue à 500 francs environ par kilomètre l'économie sur l'entretien proprement dit.

M. Asser établit qu'aux prix actuels, il suffit qu'une traverse métallique dure trente-cinq ans pour que sa dépense, tous éléments compris, ne soit pas supérieure à celle d'une traverse en chêne qui durerait quinze ans. Or, il estime qu'une durée de trente-cinq ans est un minimum pour les traverses métalliques, et une durée de quinze ans un maximum pour celles en bois.

M. Gustave Meyer conclut, d'une longue série d'expériences, qu'une traverse en fer durant trente ans équivaldrait, aux prix actuels, à une traverse en pin créosoté durant douze ans, ou à une traverse en chêne injecté ayant une durée qui peut aller jusqu'à vingt ans.

Un cas particulier bien remarquable est celui des chemins de fer de l'État hongrois : cette Administration paye ses traverses en chêne 3 fr. 40 c. environ; les traverses métalliques du type Berg et Marche qu'elle emploie lui reviennent à 14 francs; néanmoins, elle n'hésite pas à placer des traverses métalliques dans *toutes les courbes d'un rayon inférieur à 300 mètres*, et on étudie la substitution du métal au bois dans les changements de voie à l'entrée des stations importantes, « où, déclare la Compagnie, l'emploi des traverses métalliques paraît être avantageux ».

Une remarque qu'il convient de ne pas perdre de vue, c'est que les traverses que nous avons classées dans le second groupe, dans notre communication au Congrès de Bruxelles, c'est-à-dire celles en forme d'auge renversée, toutes plus ou moins dérivées de la forme Vautherin, ne se comporteraient généralement pas bien sur des terrains mouvants ou de grands remblais non encore suffisamment assis.

Le sous-sol venant à tasser inégalement sous des traverses de cette forme, nécessite des relevages et des retouches fréquentes; or, *le principal avantage des traverses métalliques*, et celui qui assure de la manière la plus efficace l'économie de leur emploi, c'est qu'une fois que la voie est bien assise, et que les attaches ont bien pris leur logement définitif, *il n'y a plus à toucher à la voie*; on peut réduire l'effectif des équipes, et on économise les additions de ballast que nécessitent toujours les remaniements fréquents de la voie; on a ainsi une double source d'économies, et une voie mieux tenue.


ANNEXES

A L'EXPOSÉ

Annexe A. — Réponses des Administrations

QUESTIONNAIRE.	CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT FRANÇAIS.	COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU NORD FRANÇAIS.
<p>1° Employez-vous des traverses métalliques ?</p> <p>a) En pratique courante ? Sur quelle étendue ?</p> <p>b) A titre d'essai ? Combien ?</p>	<p>Sur 27 kilomètres environ.</p>	<p>1,500 à titre d'essai sur les lignes nord-belges; on va en poser 10,000 sur deux ou trois points des plus fatigués du réseau français.</p>
<p>2° Si oui, quels sont les systèmes sur lesquels porte votre expérience ?</p> <p>a) Nom de l'inventeur, description très sommaire du système</p> <p>b) Quel métal, fonte, fer ou acier ?</p> <p>c) Quel poids (corps de la traverse, attaches), total ?</p>	<p>4 kilomètres Paulet. 7x500 type dérivé du Vautherin, avec coussinets en fonte. 15 kilomètres Post.</p> <p>Acier doux. (On essayera prochainement 5,000 traverses en acier dur.)</p> <p>Paulet, environ 100 kilogrammes. Les autres, 57 kilogrammes.</p>	<p>Système Séverac. Fer à T, selle rivée et clavette horizontale.</p>
<p>3° Quelles sont les conditions dans lesquelles ces traverses ont été placées ?</p> <p>Nature du sol, remblai ou tranchée, courbes ou alignements droits, déclivités</p> <p>a) Nature du trafic transporté, nombre, vitesse et charge des trains, poids des locomotives</p> <p>b) Poids et nature des rails</p> <p>c) Nature du ballast</p>		

mins de fer au questionnaire de l'auteur de l'exposé.

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE (réseau algérien).	COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS.	CHEMINS DE FER DE L'ILE DE LA RÉUNION.
Sur 111 kilomètres.	A titre d'essai, on a posé vers 1865 2,200 traverses environ de deux modèles différents. Postérieurement, on a posé 200 traverses de deux modèles plus récents.	Sur 100 kilomètres.
4,000 système Vautherin. 5,000 genre Hill, avec attaches système Vautherin modifié.	Les traverses posées en 1865 étaient : 1° du type Vautherin pour 100 traverses ; 2° pour le reste d'un type spécial étudié par la Compagnie présentant la section  . Les traverses posées récemment comprennent 100 traverses Post (type de l'Etat belge) et 100 traverses du type Est (modèle de la Compagnie).	Un seul système. Traverses Livesey-cloches en fonte à oreilles venues de fonte. Ecartement maintenu par des tirants en fer; rails fixés par des coins en fonte.
Fer pour la traverse Vautherin. Acier pour la traverse Hill. Fer pour les attaches des deux types.	Fer.	Fonte.
<p style="text-align: center;">Vautherin. Hill.</p> <p>Poids de la traverse. 35x000 43x420</p> <p>Attaches. 2.400 2.490</p> <p>Totaux. 37x400 45x900</p>	<p>Traverses Vautherin. 40 kilogrammes.</p> <p>— ancien modèle Est . . . 49.500 —</p> <p>— en fer du type Est . . . 64.160 —</p> <p>— — Post . . . 77.006 —</p>	Chaque traverse complète pèse 58x337; le tirant, 1x290; chaque coin, 0x320.
Voie de tranchées. Remblais généralement peu élevés, atteignant cependant jusqu'à 4m50. Courbes à partir de 500 mètres de rayon; Grands alignements droits; Déclivité jusqu'à 0°020.	Ces traverses ont été placées moitié en alignement et moitié en courbe. Les traverses type Est et Post sont posées sur une ligne en faible déblai. Sous-sol bon dans l'alignement, médiocre dans la courbe. 50 traverses de chaque système en alignement droit et 50 en courbe d'un rayon de 1,100 mètres. Pente dans le sens de la marche des trains, 3°=228.	La voie est de 1 mètre; ces traverses sont employées partout; courbes de 125 mètres; pentes de 22 millimètres; tunnel de 12 kilomètres.
Voyageurs et marchandises à grande et petite vitesse; 54,000 trains supérieurs depuis la pose des traverses Vautherin. Vitesse des trains : 30 à 55 kilomètres. Machines de 30 à 35 tonnes.	Nombre de trains en 1886 : 21,682, dont 12,031 de voyageurs et 9,651 de marchandises. Vitesse moyenne des trains de voyageurs : 65 kilomètres. Poids des locomotives les plus lourdes : 56 tonnes (4 essieux). Nombre de tonnes transportées en 1886 : 4,616,000.	Traffic de 6 à 8 trains par jour. Vitesse des trains : 25 kilomètres. Charge utile : 70 tonnes. Poids des machines : 15 tonnes; des wagons : 2'5 portant 5 tonnes.
Vapeur en fer de 36 kilogrammes avec traverses Vautherin. Vapeur en acier de 34x2 avec traverses Hill.	Rails en acier de 30 kilogrammes et de 12 mètres de longueur.	Rails en acier de 14 kilogrammes le mètre courant; rails à patin.
Gravier de rivière mélangé de sable et d'argile, de qualité médiocre.	Sableux, assez bon.	Sable ou pierre cassée.

QUESTIONNAIRE. (Suite)	CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT FRANÇAIS.	COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU NORD FRANÇAIS.
<p>4° De quelle époque date votre expérience, et quels sont les résultats qu'elle vous permet de considérer comme acquis?</p> <p>a) Au point de vue de la dépense de premier établissement comparativement avec les traverses en bois?</p> <p>b) Au point de vue du coût de l'entretien courant?</p> <p>c) Au point de vue de la durée du corps de la traverse et de celle des attaches?</p> <p>d) Au point de vue de la conservation du matériel roulant, — de l'élasticité de la voie, — de la commodité des voyageurs?</p>	<p>La pose des traverses n'ayant été commencée qu'au mois de décembre 1886, il n'est pas possible de donner des renseignements précis sur leurs résultats.</p>	<p>De 2 ans environ.</p> <p>Les résultats sont bons.</p> <p>L'expérience est trop récente pour répondre à cette question.</p> <p>Id.</p> <p>Id.</p> <p>Id.</p>
<p>5° Si l'essai n'a pas été favorable, quels sont les inconvénients signalés?</p> <p>Sont-ils inhérents au système essayé, ou de nature, suivant vous, à faire proscrire, dans certaines conditions, l'usage des traverses métalliques?</p>		<p>Id.</p> <p>Id.</p>
<p>6° Si l'essai a été favorable, êtes-vous dans l'intention d'étendre l'emploi des traverses métalliques?</p> <p>a) Dans le système expérimenté par vous?</p> <p>b) Dans un autre système et lequel?</p>		<p>On va en poser 10,000 en deux ou trois points des plus fatigués du réseau français.</p> <p>Dans le système Séverac.</p>
<p>7° Est-il possible, suivant vous, avec l'expérience acquise jusqu'ici, d'établir une relation entre le prix d'achat des traverses en bois et celui des traverses métalliques, à partir de laquelle l'usage de ces dernières présenterait des avantages certains?</p>		<p>L'expérience est trop récente pour répondre à cette question.</p>

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE réseau algérien).	COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS.	CHEMIN DE FER DE L'ÎLE DE LA RÉUNION.
<p>En 1877 pour les traverses Vautherin</p> <p>En 1885 pour les traverses Hilf.</p>	<p>Les anciennes traverses ont été posées en 1865. Celles des derniers types ont été posées en septembre 1886. Les traverses Vautherin ont été retirées de la voie au bout de 6 ans; elles étaient presque toutes fendues. Les traverses de l'ancien modèle de la Compagnie ont mieux résisté, mais elles ont donné lieu à une main-d'œuvre de bourrage de 45 p. c. plus élevée que les traverses en bois et ont été enfin retirées des voies par usure des attaches et dislocation des éléments. Les traverses des deux derniers types depuis septembre 1886 paraissent se comporter beaucoup mieux, mais l'expérience est trop récente pour qu'on puisse se prononcer.</p>	<p>Les traverses ont été placées en 1881. Bons résultats. Cependant on a dû renforcer l'ergot dans les dernières, parce qu'il cassait souvent.</p>
<p>La traverse en acier coûte environ 3 francs de plus que la traverse en bois; elle procure en revanche une économie d'environ 1 franc sur le balast dont elle permet de réduire le volume d'un cinquième.</p>	<p>Les traverses du nouveau type Est n'ont pas encore été fabriquées industriellement; on n'a encore aucune expérience en ce qui concerne le prix de revient.</p>	<p>Le prix d'achat des traverses est de 7 francs à Londres, soit 10 francs rendues à la Réunion. Les traverses en bois coûtent 5 francs; elles sont placées tous les 0^m70. Les traverses en fonte sont écartées d'un mètre.</p>
<p>La traverse en acier coûte environ 3 francs de plus que la traverse en bois; elle procure en revanche une économie d'environ 1 franc sur le balast dont elle permet de réduire le volume d'un cinquième.</p>	<p>Sur les traverses récemment essayées, le roulement des trains est très doux et semblable à celui sur traverses en bois.</p>	<p>Très faible.</p>
<p>La traverse en acier coûte environ 3 francs de plus que la traverse en bois; elle procure en revanche une économie d'environ 1 franc sur le balast dont elle permet de réduire le volume d'un cinquième.</p>	<p>Aucun inconvénient ne s'est encore révélé en ce qui concerne les derniers types à l'essai.</p>	<p>Pas de remplacement, à part quelques ruptures de cloches provenant de déraillements.</p>
<p>En résumé, la traverse métallique est estimée au moins au triple de celle des traverses en bois, bien que cette durée ne puisse être encore considérée comme définitive. Les avantages des deux traverses ont presque la même durée.</p>	<p>Il n'a été signalé aucun inconvénient à ces points de vue, mais cela tient peut-être à la faible vitesse.</p>	<p>Il n'a été signalé aucun inconvénient à ces points de vue, mais cela tient peut-être à la faible vitesse.</p>
<p>En résumé, la traverse métallique est estimée au moins au triple de celle des traverses en bois, bien que cette durée ne puisse être encore considérée comme définitive. Les avantages des deux traverses ont presque la même durée.</p>	<p>En résumé, la traverse métallique est estimée au moins au triple de celle des traverses en bois, bien que cette durée ne puisse être encore considérée comme définitive. Les avantages des deux traverses ont presque la même durée.</p>	<p>Oui.</p>
<p>Les résultats constatés sont favorables et nous sommes dans l'intention d'étendre l'emploi des traverses métalliques.</p>	<p>Cette relation ne peut être actuellement établie.</p>	<p>Il est difficile de répondre d'une manière générale. Nous pensons que dans les pays tropicaux l'avantage des traverses en fer est incontestable. Les traverses en bois injecté venant d'Europe et en bois dur du pays durent au maximum deux ans et demi. Celles en fonte semblent avoir une durée indéfinie. Avec ces traverses, l'entretien de la voie est presque nul, en tout cas beaucoup plus faible qu'avec des traverses en bois; les relevages sont rares.</p>
<p>Le dernier système expérimenté Hilf avec attaches Vautherin montre.</p>	<p>Le dernier système expérimenté Hilf avec attaches Vautherin montre.</p>	<p>Le dernier système expérimenté Hilf avec attaches Vautherin montre.</p>

QUESTIONNAIRE.

1°

a)

b)

2°

a)

b)

c)

3°

a)

b)

c)

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER
DU GRAND CENTRAL BELGE.

5,000 traverses métalliques ont été mises en œuvre en 1886; 5,000 autres seront posées dans le courant de l'exercice 1887.

Un seul système de traverses est à l'essai; il est breveté au nom de MM. Caramin et C^{ie} (Usines de Thy-le-Château); forme d'un demi-cylindre avec étranglement au milieu, section demi-circulaire; le rail est fixé par des vis ou tire-fond qui traversent soit une plaque métallique, soit une fourrure de bois placée en dessous de la traverse.

Fer.

Poids pour la traverse armée 73 320
soit pour le corps de la traverse 69 370
et pour les attaches 3 950

Ces traverses ont été placées dans des conditions défavorables, puisqu'elles font partie d'un système de voie avec joint en porte-à-faux, alors que l'ancienne voie démolie avait le joint appuyé; les traverses métalliques ont donc été posées sur un sol imparfaitement tassé.
Sol calcaire, remblai et tranchée; alignements, courbes de 500, 600 et 800 mètres de rayon. La déclivité est de 0-0035, pente maxima.

Voyageurs et marchandises à grande et à petite vitesse:
1,498 trains de voyageurs
2,920 — de marchandises } pendant la 1^{re} année
1,068,238 tonnes } de mise en service.
La vitesse des trains de voyageurs est de 60 kilomètres, celle des trains de marchandises de 25 kilomètres à l'heure. 52 tonnes pour les locomotives des trains de marchandises et 31 tonnes pour celles des trains de voyageurs.

Rail Vignole en acier pesant 37 kilogrammes par mètre courant.

Cendrées et gravier de carrière.

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT NÉERLANDAIS

Oui, 134,000 pièces en œuvre au 1^{er} janvier 1887.

10 types.

Cosijns.	Vauthe- rin. 2 types.	Haar- mann. 2 types.	Licht- hammer.	Post. (Largeur constante.)	Pa à la type
Fer et bois.	Fer.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Corps . . . 57 kil.	40 et 47	50 et 52	43	50 et 55 (1)	50 et 55
Attaches. { 8 (bois). { 2 (fer).	3	3 1/2	3 1/2	3 1/2	3 1/2
Total. . . 67	43 et 50	53 1/2 et 55 1/2	46 1/2	53 1/2 et 58 1/2	53 1/2 et 58 1/2

(1) Correspondant à 57 1/2 à 63 1/4 kilogrammes en profil constant.

Déclivité maxima: 16 millimètres.
Rayon minimum: 350.

De 14 à 29 trains par jour; charge maxima: 1,000 tonnes y compris le poids de la machine, de 68 tonnes.
L'essieu le plus chargé porte 139.
Vitesse maxima: 75 kilomètres à l'heure.

33 1/2 par mètre courant.
38 kilogrammes par mètre courant.
40 — — —

Sable, cendrée et gravier.

CHEMINS DE FER HOLLANDAIS.

GREAT NORTHERN.

QUESTIONNAIRE.

En pratique courante sur 1496 jusqu'au 31 décembre 1886.

En pratique courante, sur un mille environ.

A titre d'essai, 4 systèmes différents.

Système Vautherin, 430-5. Système Haarmann (à titre d'essai), 2 kilomètres. Système mixte de fer hollandais, 430-6. Système mixte Vautherin et chemin de fer hollandais, 530-1. Le système du chemin de fer hollandais consiste dans l'emploi de traverses en bois, avec sellettes à inclinaison rivées sur les traverses. Les rails sont fixés sur les traverses au moyen de plaques de serrage avec faces inclinées, qui viennent se serrer en guise de coins contre les faces également inclinées des sellettes. Par ce moyen il est facile, en serrant bien l'écrou, de donner au rail une position très stable dans la sellette même et d'obtenir un écartement presque invariable. En employant deux sortes de plaques de serrage à différentes largeurs, il est possible d'obtenir sept écartements différents chaque fois, avec une différence de 3 millimètres. L'écartement des rebords des sellettes étant au milieu de 175 millimètres, il est possible de déplacer le pied du rail de 110 millimètres sur cette sellette, en ayant soin que la somme des largeurs des plaques de serrage dans la direction de la traverse soit toujours 65 millimètres, soit 37 et 28, 34 et 31, 31 et 34, 28 et 37 chaque fois variable pour chacun des rails. Le système mixte a été employé pour remédier aux inconvénients de l'ancien système Vautherin à bouts ouverts, en remplaçant les traverses de joint par des traverses du nouveau système.

En 1882 en fer; depuis cette date, en acier doux.

Les traverses des joints sont plus lourdes que celles du milieu: les premières pèsent à présent 5045; les secondes, 44 kilogrammes. Les plaques de serrage pèsent 046 la pièce, les boulons 044 la pièce; donc par traverse armée, au total, 5343 et 4648.

Acier.

Traverse Webb: 80 kilogrammes tout compris.

Traverse Moss Bay { 63420.
— Howard
— Jozet: 624514 non compris les attaches.

Les traverses ont été placées autant en remblai qu'en tranchée, en courbes et en alignements droits, sur pentes et sur voie horizontale. Le ballast est toujours sablonneux. Le terrain en remblai est souvent très marécageux et mou.

Rien que des remblais, pas de tranchées. Alignements droits.

Le trafic sur les lignes où les traverses en fer sont employées est assez important. Dans des parties où passent plus de 60 trains par jour, avec des vitesses jusqu'à 85 et 90 kilomètres à l'heure. La charge des trains monte jusqu'à 700 à 800 tonnes et le poids des locomotives à 68 tonnes.

Ordinairement trains de marchandises et de voyageurs.
Vitesse réduite. Poids des locomotives: 60 à 70 tonnes.

Les rails en acier dur ont un poids de 3846 par mètre.

Rails d'acier à double champignon.
40 kilogrammes par mètre courant.

Mêlé fin et gravier fin.

Ordinairement, ballast de gravier.

QUESTIONNAIRE.	COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU GRAND CENTRAL BELGE.	COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT NÉERLANDAIS
4°	<p>L'expérience date de plus d'une année; nous avons constaté que la voie se tient fort bien au point de vue du bourrage et du dressage et que la fixité des attaches est parfaite.</p> <p>Le prix de la traverse en fer est le double de celui de la traverse en bois.</p> <p>a) {</p> <p>b) { Durant la première année de pose, la main-d'œuvre d'entretien de la nouvelle voie a été moindre que celle d'une voie sur traverses en bois.</p> <p>c) { L'expérience est trop récente pour répondre à cette question.</p> <p>d) { Id.</p>	<p>L'expérience date de 1865; résultats très favorables.</p> <p>Prix net actuel des traverses à profil variable à l'usine : 110 francs tonne, soit 5 fr. 50 c. à 6 francs la traverse.</p> <p>Prix des attaches : 1 franc par traverse.</p> <p>Prix des billes en chêne : 5 francs la pièce.</p> <p>Entretien moins onéreux que celui des voies sur traverses en bois.</p> <p>Il n'y a pas lieu de prévoir une durée inférieure à une quarantaine d'années.</p> <p>Aucune infériorité sur les traverses en bois.</p>
5°		Nuls.
6°	<p>Oui, mais en adoptant le dispositif avec vis et plaque en fer au lieu d'un bloc de bois.</p> <p>a) { Voici le poids de la traverse armée, du corps de la traverse et des attaches correspondant à ce nouveau système :</p> <p>Poids de la traverse armée 89*100</p> <p>— du corps de la traverse. 63*450</p> <p>— des attaches 3*650</p> <p>b) {</p>	Oui.
7°	Non.	

CHEMIN DE FER HOLLANDAIS.

GREAT NORTHERN.

QUESTIONNAIRE.

expériences datent de 1868 et nos résultats sont tellement satisfaisants, surtout en rapport à la solidité de la voie, même en cas d'accidents, que nous continuons d'employer les traverses métalliques.

Sur les prix unitaires de ce moment, le prix d'une partie de voie posée de 1 mètre de longueur tout compris, est comme suit :

Sur traverses demi-rondes en chêne préparées au chlorure de zinc . . . Fr. 8 95
 Sur traverses en fer (acier doux), système du chemin de fer hollandais . . . — 11 40
 Sur rails avec éclisses et boulons entrent dans ces prix pour . . . — 5 45
 La traverse demi-ronde en chêne préparée avec 4 crampons coûte seule. — 2 97
 La en acier doux avec pièces d'attache, en moyenne . . . — 5 20

Il est difficile de donner des résultats définitifs sur ce point, le nombre des ouvriers est subordonné à des conditions bien multiples d'entretien et de surveillance.

Les traverses Vautherin employées en premier lieu étaient trop légères, de sorte qu'une partie en a été rejetée.

Les traverses Vautherin renforcées datent de 1878-1879 et ont nécessité un renouvellement de 0 2 p. c., par an, dans les trois dernières années. De celles de notre système datant de 1860, aucune n'a encore été changée. Il n'y a donc pas moyen d'en donner une approximation de la durée. En tout cas, elle sera probablement très grande, cette trace de détérioration n'ayant été constatée jusqu'à présent.

Les expériences sur la conservation du matériel roulant n'ont pas été faites. La voie sur traverses métalliques est très élastique et très agréable pour les voyageurs.

La dépense de premier établissement paraît être triple de celle des traverses en bois.

L'expérience est de durée trop récente pour prononcer un jugement.

Id.

L'élasticité de la voie et la commodité des voyageurs sont les mêmes qu'avec les traverses ordinaires.





Les inconvénients sont dans la difficulté d'attacher les accessoires au corps de la traverse et on peut dire qu'en cas de déraillement le métal de la traverse serait probablement avarié.

Nous n'avons pas, quant à présent, l'intention d'étendre l'emploi des traverses métalliques.





À peu près 1,000 tonnes par an, soit 22,000 traverses.

(Alfred B.)

L'expérience est de trop courte durée pour prononcer un jugement.

QUESTIONNAIRE.	MIDLAND RAILWAY.	GREAT EASTERN RAILWAY.	COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER ORIENTAUX.
1° a) b)	10,000 pièces.	500 à titre d'essai; on est en train d'en poser encore 4,000.	En pratique courante, sur 99 kilomètres. A titre d'essai, sur 15 kilomètres.
2° a) b) c)	Système Alfred Atangley, ingénieur de la Compagnie. Forme dérivée du Vantherin. Acier: Coussinet pour rail à double champignon.		Les traverses employées sont de deux profils  et  d'une longueur de 2-20; les têtes sont fermées soit par des pièces de tôle transversales, soit par la courbure de la traverse. La consolidation du rail assurée au moyen de plaquettes s'appuyant sur le bord du pied du (<i>Klemmplättchen</i>) et de boulons à vis. En fer laminé (<i>Flussseisen</i>). Le poids de la traverse  est de 35 kilogrammes; celle  pèse 38 kilogrammes; — chaque traverse comprend, en outre, 4 plaquettes pesant ensemble 1 1/2 kilogramme et 4 boulons à vis pesant ensemble 1 1/2 kilogramme.
3° a) b) c)		38 kilogrammes.	Les traverses sont placées aussi bien sur les remblais que dans les tranchées, sur des terrains de nature différente et sur des rampes jusqu'à 15 millimètres par mètre. Sur les 77 kilomètres de la ligne Koutchekmedjé-Kouleli-Bourgas, il n'en a été posé que dans les courbes à faible rayon jusqu'à 600 mètres, comme aussi dans quelques courbes par droites, raccordant deux courbes; sur les 37 kilomètres restants, il en a été placé dans les parties droites aussi bien que dans les courbes de différents rayons. Toutes ces lignes ont un faible mouvement donnant en moyenne une circulation journalière, pour les deux directions, de 1 à 4 trains mixtes de marchandises à charge complète. La ligne de la banlieue de Constantinople Kutchuk-Tchekmedjé fait seule exception. Sur cette section, le nombre moyen des trains circulant journellement est à peu près de 30 pour les deux directions. Le maximum de vitesse autorisé est de 42 kilomètres par heure; le poids des locomotives (3 essieux) est de 36 tonnes. Le poids des rails par mètre courant est de 25 kilogrammes pour les rails en acier (écartement des traverses : 0-80) et de 34 kilogrammes pour les rails en fer (écartement des traverses : 1 mètre). Le ballast est de nature très différente, depuis le sable fin jusqu'aux pierres cassées. L'emploi des traverses en fer a démontré la nécessité de remplacer le ballast fin, ou, tout au moins, de l'améliorer avec du gros ballast.

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT SUÉDOIS.	COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER HONGROIS.	COMPAGNIE ROYALE DES CHEMINS DE FER PORTUGAIS.	QUESTIONNAIRE.
<p>De l'essai, sur une étendue de 806^m6.</p>	<p>De 1882 à 1887, on a employé, à titre d'essai, environ 1,000 traverses métalliques par an. Quantité en service à ce jour : 3,000.</p>	<p>40 pièces, à titre d'essai.</p>	<p>1^a a) b)</p>
<p>Les traverses sont du système « Union à Dortmund ». Les rails : boulons et crapauds.</p>	<p>C'est le type employé sur les lignes de l'Etat allemand de Berg et Marche. Attaches : type Vautherin.</p>	<p>Système Mac Lellan de Glasgow.</p>	<p>2^a a)</p>
<p>En fer.</p>	<p>En fer puddlé jusqu'en 1886. En acier Bessemer depuis 1887.</p>		<p>b)</p>
<p>Traverses seules 43^m597 Rails 1 185 Boulons avec écrous et rondelles 1 218</p> <p>Total. 46^m000</p>	<p>Poids du corps de la traverse . . . 49^m5 — des attaches 2 34</p> <p>Total. 51^m84</p>		<p>c)</p>
<p>Traverse légère; les traverses sont placées au milieu d'une tranchée sur une étendue de 200 mètres et aux deux extrémités d'un remblai. Elles sont placées en alignement droit; déclivité : 7 millimètres.</p>	<p>Jusqu'en 1886, on n'a employé des traverses métalliques que sur la section montagneuse de Piali-Pétrorsény. Toutes les traverses ont été posées dans des courbes d'un rayon au-dessous de 300 mètres.</p>		<p>3^a</p>
<p>Voyageurs et marchandises à grande et petite vitesse; 10 trains en moyenne par jour, dont 4 trains de marchandises, 40 wagons, tonnage moyen : 610 tonnes brutes et 16 trains de voyageurs, 14 wagons, tonnage moyen : 264 tonnes brutes. La vitesse varie entre 40 et 55 kilomètres.</p>	<p>Vitesse des trains : 22 à 35 kilomètres à l'heure. Poids des locomotives : 6600 par essieu.</p>		<p>a)</p>
<p>Poids de la locomotive avec le tender est en moyenne de 3 tonnes.</p>	<p>Rails en fer de 35^m5 par mètre courant. Rails en acier de 33^m25 par mètre courant.</p>		<p>b)</p>
<p>Le ballast est mauvais; il est composé de cailloutis : 30 p. c., gravier (27 p. c.), gros sable (38 p. c.), argile, limon et sable fin (5 p. c.).</p>	<p>Pierre cassée.</p>		<p>c)</p>

QUESTIONNAIRE.	MIDLAND RAILWAY.	GREAT EASTERN RAILWAY.	COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER ORIENTAUX.															
4.	L'expérience ne date que de janvier 1886 et ne permet pas, par suite, de donner un avis définitif.	L'expérience est trop récente pour répondre à ces questions.	Nos expériences datent de la fin de 1879, époque à laquelle les 600 premières traverses métalliques ont été placées. On a posé ensuite : <table><tr><td>En 1880 — 13,300 traverses</td><td></td><td>En 1883 — 13,400 traverses</td></tr><tr><td>1881 — 7,900</td><td>—</td><td>1884 — 31,400</td></tr><tr><td>1882 — 6,700</td><td>—</td><td>1885 — 31,000</td></tr><tr><td></td><td></td><td>1886 — 16,500</td></tr><tr><td></td><td></td><td>1887 — 9,300</td></tr></table>	En 1880 — 13,300 traverses		En 1883 — 13,400 traverses	1881 — 7,900	—	1884 — 31,400	1882 — 6,700	—	1885 — 31,000			1886 — 16,500			1887 — 9,300
En 1880 — 13,300 traverses		En 1883 — 13,400 traverses																
1881 — 7,900	—	1884 — 31,400																
1882 — 6,700	—	1885 — 31,000																
		1886 — 16,500																
		1887 — 9,300																
a)			Pour la comparaison de la dépense entre les traverses en fer et les traverses en bois, voir l'alinéa 7.															
b)			Les frais d'entretien dans le ballast fin sont plus considérables ; dans le ballast, les frais d'entretien sont égaux à ceux résultant de l'emploi des traverses en bois (bien entendu déduction faite de la dépense antérieure à la pose de traverses en bois neuves).															
c)			On n'a encore constaté aucune usure du corps de la traverse, de sorte qu'il est momentanément impossible de fixer une limite de durée.															
d)			Avec une assise régulière et bonne, les traverses en bois et les traverses en fer présentent les mêmes avantages au point de vue de la conservation du matériel roulant, de l'élasticité de la voie et de la commodité des voyageurs.															
5.			L'essai n'a pas donné de bons résultats partout où il y avait du ballast fin ; en outre, avec l'écartement de 1 mètre entre les traverses, il est reconnu que la résistance contre des déplacements latéraux est trop faible, si l'on n'emploie pas du très bon ballast, principalement des pierres cassées.															
6.			Abstraction faite de ce qui précède, l'expérience tentée dans les conditions de notre trafic a donné de très bons résultats, et nous avons l'intention de continuer l'emploi des traverses en fer du système  pesant 33 kbs pour autant que les conditions de prix indiquées ci-dessous, à l'alinéa 7, se maintiennent.															
7.			Nous ne sommes pas encore en état aujourd'hui d'établir une relation entre le prix des traverses en bois et celui des traverses en fer permettant de conclure que l'emploi de ces dernières est plus avantageux. Nous tenons cependant l'emploi des traverses en fer comme étant désavantageux, car que leur prix de revient est du double plus élevé que le prix des traverses en bois. Par contre, nous considérons que l'on a intérêt à employer des traverses en fer quand leur prix n'est qu'une fois et demie plus élevé que celui des traverses en bois. Pour le calcul comparatif du coût des traverses en bois et des traverses en fer, nous prenons des traverses en pin ou en hêtre imprégnées au charbon de zinc, pourvues chacune de deux selles ; nous ne comptons toutefois que la valeur d'une seule de ces selles, parce que celles-ci durent beaucoup plus longtemps que les traverses en bois.															

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT SUÉDOIS.	COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT HONGROIS.	COMPAGNIE ROYALE DES CHEMINS DE FER PORTUGAIS.	QUESTIONNAIRE.
expérience date de 11 mois.	Depuis 1882.	L'essai a été de trop peu de durée pour pouvoir donner des résultats appréciables.	4°
La dépense de premier établissement est à peu près la même que pour les traverses en bois.	Traverses métalliques : 5 florins 65 kreutzers pièce, soit 14 fr. 12 1/2 c. Traverses en bois : 1 florin 35 kreutzers, soit 3 fr. 37 1/2 c.		a)
Les dépenses de l'entretien courant ont jusqu'à ce jour été les mêmes que pour les traverses en bois.	L'emploi des traverses métalliques est avantageux au point de vue de la simplicité des attaches et de la stabilité de la voie.		b)
On ne peut répondre à la question relative à la durée des traverses, mais on peut dire que les attaches se sont bien maintenues jusqu'à présent.	Les essais sont de date trop récente pour prononcer un jugement.		c)
Le système ne paraît porter aucun préjudice à la conservation du matériel roulant. L'élasticité de la voie paraît être bonne, et on n'a reçu aucune plainte des voyageurs sur l'inconfort pendant le trajet.	Id.		d)
En ce qui concerne l'essai ait été favorable jusqu'à présent, on peut faire pourtant l'observation suivante: Il serait à désirer que les traverses fussent un peu plus larges et profondes. Leurs dimensions actuelles n'ont pas une stabilité suffisante et on a été obligé de trembler la voie à plusieurs reprises.			5°
	On a commencé, cette année, à entreprendre sur toutes les lignes, au fur et à mesure des remplacements, la substitution du métal au bois dans les courbes d'un rayon de 300 mètres et au-dessous.		6°
L'expérience est trop récente pour permettre d'établir la relation entre le prix d'achat des traverses en bois et celui des traverses métalliques.	Le prix d'achat des traverses en chêne est encore trop bas chez nous pour motiver l'emploi avantageux, sur une plus grande échelle, des traverses métalliques dans les alignements droits et les courbes d'un rayon plus développé. Néanmoins, on étudie la substitution du métal au bois dans les changements de voie à l'entrée des stations importantes, où l'emploi des traverses métalliques paraît être avantageux.		7°

Annexe B. — Opinion de M. Asser, ingénieur en chef au chemin de fer hollandais, sur la comparaison du prix de revient des traverses métalliques avec les traverses en bois.

7° Est-il possible, suivant vous, avec l'expérience acquise jusqu'ici, d'établir une relation entre le prix d'achat des traverses en bois et celui des traverses métalliques, à partir de laquelle l'usage de ces dernières présenterait des avantages certains ?

Pour répondre à cette question, il s'agit de comparer les prix des traverses, en tenant compte de la durée connue des traverses en chêne et de celle que doivent avoir les traverses en fer pour donner le même résultat financier.

Pour faire cette comparaison, soit :

- B le prix d'achat d'une traverse en bois ;
- B' la valeur de la traverse retirée après n années ;
- M le prix d'achat d'une traverse métallique ;
- M' la valeur de la traverse métallique retirée après m années ;
- r le taux d'intérêt, soit à présent 4 p. c.

Le capital C, nécessaire pour l'achat et l'amortissement perpétuel d'une traverse, se compose du prix de premier achat et du montant P, nécessaire pour permettre, avec les intérêts et les intérêts des intérêts après n ou m années, le renouvellement de la traverse et les amortissements futurs.

Donc :

$$P_b (1 + r)^n = P_b + B - B' \quad (1)$$

$$P_m (1 + r)^m = P_m + M - M' \quad (2)$$

$$C_b = B + P_b = B + \frac{B - B'}{(1 + r)^n - 1} \quad (3)$$

$$C_m = M + P_m = M + \frac{M - M'}{(1 + r)^m - 1} \quad (4)$$

Pour nos prix et les données chez nous :

$$r = 4 \text{ p. c.}, \quad B = \text{fl. } 2.40, \quad B' = 0 \quad n = 15 \text{ ans.}$$

$$M = \text{fl. } 4.20 \quad M' = \frac{4.20}{5} = \text{fl. } 0.84$$

on trouvera
$$C_b = \frac{2.40 + 2.40}{1.04^{15} - 1} = \text{fl. } 5.40 \quad (5)$$

de même :

$$C_m, \text{ pour une durée } m = 30 \text{ ans,}$$

sera
$$C_m = 4.20 + \frac{4.20 - 0.84}{1.04^{30} - 1} = \text{fl. } 5.70 \quad (6)$$

pour une durée de $m = 40$ ans :

$$C_m = 4.20 + \frac{4 \cdot 20 - 0.84}{1.04^{40} - 1} = \text{fl. } 5.10 \quad (7)$$

Il résulte des formules (5), (6) et (7), que le côté financier des deux traverses sera égal pour une durée des traverses métalliques d'environ trente-cinq ans, en admettant à celles en bois la durée de quinze ans.

Notre conviction est que la moyenne de quinze ans pour la durée des traverses en bois est plutôt trop élevée, tandis qu'il n'y a aucun doute que les traverses métalliques dureront plus de trente-cinq ans.

La traverse métallique est donc préférable pour nous au point de vue financier, même sans avoir égard à la plus grande solidité que l'on acquiert. Les dégâts, en cas d'accident, sont en outre bien moindres sur notre voie métallique.

En général, on trouvera, avec les formules données en adoptant $B' = 0$ $M' = 0.2$ M , que l'emploi des traverses métalliques ne sera pas onéreux lorsque

$$\frac{M}{B} \approx \frac{1 + \frac{1}{(1+r)^n - 1}}{1 + \frac{0.8}{(1+r)^m - 1}}$$

Il s'ensuit en premier lieu, étant donné que m sera toujours plus grand que n , que l'emploi des traverses métalliques sera d'autant plus justifié, que le taux d'intérêt r est plus bas ; le même avantage se produira selon que la relation $\frac{m}{n}$ deviendra plus grande.

Pour $r = 4$ p. c., on a :

$$\begin{aligned} \text{Si } n = 10 \text{ et } m = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 40 \\ 50 \end{pmatrix} \quad \frac{M}{B} &\approx \begin{pmatrix} 1.84 \\ 2.27 \\ 2.55 \\ 2.73 \end{pmatrix} \\ \text{Si } n = 15 \text{ et } m = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 40 \\ 50 \end{pmatrix} \quad \frac{M}{B} &\approx \begin{pmatrix} 1.35 \\ 1.66 \\ 1.86 \\ 1.99 \end{pmatrix} \\ \text{Si } n = 20 \text{ et } m = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 40 \\ 50 \end{pmatrix} \quad \frac{M}{B} &\approx \begin{pmatrix} 1.10 \\ 1.36 \\ 1.52 \\ 1.63 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

La décision pour l'un ou l'autre système dépend donc en premier lieu de la durée, encore inconnue, que l'on peut attribuer aux traverses métalliques ainsi que de la durée probable des traverses en bois selon le trafic de la ligne ; ensuite, de l'état financier de la Compagnie, qui doit lui permettre de disposer dès l'abord d'un capital plus grand sans que le taux d'intérêt soit plus élevé.

*L'ingénieur en chef de la voie et des travaux
au chemin de fer hollandais,*

L.-E. ASSER.

Annexe C. — Traverse d'acier, système Howard, de la Compagnie du Great Northern Railway.

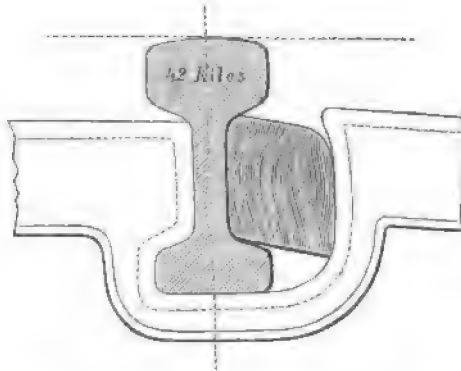


Fig. 1. Détail de l'attache du rail. Éch. 1 : 4.

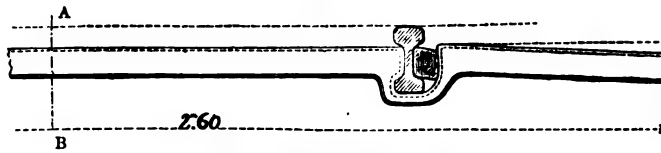


Fig. 2. Élévation. Éch. 1 : 16.

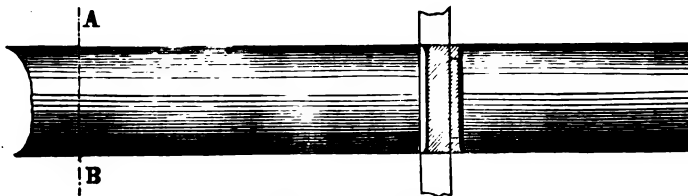
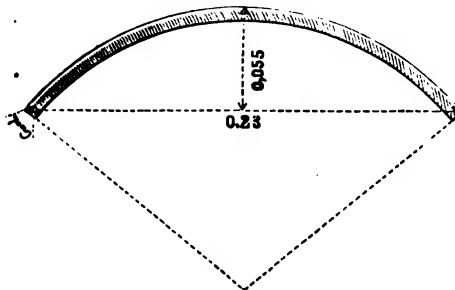


Fig. 3. Plan. Éch. 1 : 16.



4. Coupe suivant l'axe AB. Éch. 1 : 4.

1^{RE} NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT NÉERLANDAIS

(PLANCHE I)

Traverse Cosijns, 1865.

L'observation des 10,000 traverses Cosijns, posées en 1865 (voir le 1^{er} croquis de la planche I), a servi à constater quatre faits :

1° La rouille n'est pas à craindre. Après vingt-deux années de service, le poids n'a diminué que de 4 p. c. Le ballast est en gravier et sable ; sur d'autres lignes, on a constaté que les cendrées ordinaires ne rongent pas non plus le fer ;

2° Quoique en général l'interposition de selles entre le rail et la traverse ne soit pas désirable, parce que le boulon permet, grâce à cette interposition, un ballotement du rail sur la traverse dans le sens transversal, l'écartement s'est assez bien conservé ;

3° Le boulon rend d'excellents services comme attache du rail sur la traverse. Quoique le fer des boulons n'ait que 17 millimètres d'épaisseur, il y a actuellement, après vingt-deux années de service, une grande partie des boulons encore en œuvre ;

4° Une bonne traverse métallique résiste longtemps. Après vingt-deux années de service sur la ligne Deventer-Zwolle, où ont passé en moyenne 12 trains par jour (actuellement 16 par jour), il reste en œuvre et en bon état 9,547 traverses Cosijns (95 1/2 p. c.) ; il n'y a aucune raison pour présumer qu'elles ne résisteront pas une deuxième vingtaine d'années. Les 4 1/2 p. c. ôtées seraient pour la plupart encore en service si l'éclissage des anciens rails avait été suffisant. Ces résultats obtenus avec un système suranné est du meilleur augure pour les systèmes perfectionnés inventés depuis.

Notons encore que les poutrelles retirées de la voie ont rapporté sept fois le prix de vieilles billes.

Études depuis 1880.

Méthode. — Le résultat de ce premier essai encouragea la Compagnie à commencer en 1880 une étude méthodique et pratique de la question des voies métalliques ; elle dispose aujourd'hui de quelques résultats de cette étude, dont voici la méthode. On se renseigne d'abord sur les résultats obtenus tant à l'étranger qu'en Hollande au double point de vue de la voie et de la fabrication.

Afin de rester dans les limites économiques et pratiques, on décida que le prix d'achat des traverses à essayer ne dépasserait pas de plus de 25 à 50 p. c. le prix des billes en chêne, cette différence représentant l'évaluation globale des avantages de la première sur la seconde. De cette façon, on mit en œuvre chaque année un certain nombre de traverses, s'efforçant, malgré l'impression favorable reçue dès le début, de perfectionner le type de traverse et d'attache de l'année précédente, en évitant les défauts constatés et en profitant de l'expérience acquise, de celles d'autres Compagnies et des progrès réalisés dans la fabrication.

De chacun des types en œuvre, on mit en observation spéciale une ou plusieurs poses d'essai, dont on soigna l'entretien en notant minutieusement chaque heure de travail et en prenant attachement de chaque objet (crampons, boulons, etc.), brisé, remplacé.

Comme base de comparaison, on établit en 1881 la pose de comparaison n° 1 (voir pl. I), soit une voie neuve sur bonnes billes en chêne, présentant 10 centimètres de largeur de bois sans aubier sous patin de rail (voir annexe I) et soumises à des conditions normales d'exploitation; on en soigna l'entretien et on en nota les dépenses d'entretien comme on fit avec les poses d'essai.

Développement actuel. — En procédant de cette façon, la Compagnie mit en œuvre :

En 1865.	10,000	traverses	Cosijns en fer (voir annexe).	56.2 kilogrammes.
1881.	4,133	—	type I — —	40 —
1882.	4,001	—	— II — —	47.2 —
1883.	2,089	—	— III en acier —	50 —
1883.	2,090	—	— IV — —	50 —
1884.	11,680	—	— V — —	43.4 —
1884	{ 100,000	—	— VI & IX — —	{ 50 à 55 kilog. (correspondant à 57 1/2 à 63 1/4 — en profil constant).
à				
1887.				

Total, 134,000 traverses métalliques, jusqu'au 1^{er} janvier 1887.

Aucune des 124,000 pièces mises en œuvre depuis 1880 n'a dû être ôtée de la voie.

Poses d'essai. — Les résultats des vingt-et-une poses d'essai mises en observation jusqu'au 1^{er} janvier 1887 sont consignés dans le tableau ci-annexé. (Voir annexe I.) Les colonnes 1 à 14 renseignent les conditions d'exploitation et de pose, les types de traverses et d'attaches, la durée de l'observation; les colonnes 15 à 21 se rapportent aux frais d'entretien en francs par jour et par kilomètre (1).

Les poses sont groupées en deux parties. Le premier groupe comprend douze poses en terrain coupé (col. 5 et 6), où le nombre de trains par jour est de 25 ou plus (col. 1); le second groupe contient neuf poses en pays plat (col. 5 et 6) sur lesquelles passent 14 trains par jour (col. 1).

Un relevé se rapportant à une trentaine d'années d'observations et à quelques centaines de kilomètres donnerait, il est vrai, des chiffres plus concluants, mais en attendant des données plus complètes, nous pouvons déjà, tenant compte de faits constatés et d'attachements pris à part de ceux renseignés au tableau, faire les constatations qui suivent.

Considérons d'abord les poses les plus exposées du premier groupe.

Traverses en courbe à faible rayon et en pente raide. — 1° Les poses 11 et 14 se trouvent en courbe de 350 mètres de rayon en pente de 16 millimètres par mètre. Les billes en chêne qui s'y

(1) Ces frais ne comprennent pas le prix d'achat, mais bien la main d'œuvre du remplacement; d'ailleurs, dans le cas qui nous occupe, l'achat est nul pour les traverses métalliques, également nul pour les billes de la pose n° 1 (base de comparaison), dont toutefois le remplacement devra commencer en 1887; il est insignifiant pour les attaches.

trouvaient autrefois devaient être reclusées chaque année grâce au cisaillement du patin des rails qui rongait les crampons de 3 à 4 millimètres par an.

Quelques traverses type III avec attaches A (voir pl. I), au contraire, retirées de cette courbe pour les inspecter après 1,188 jours de service (col. 13), n'accusèrent que 2 millimètres d'augmentation d'écartement, chacun des boulons n'étant entaillé que de 1 millimètre par le patin du rail. (Dans d'autres courbes à rayon supérieur à 350 mètres, cette incrustation latérale des boulons est nulle.) Le tablier des traverses III retirées de cette courbe ne présentait qu'une incrustation minime et les trous ne montrèrent aucune espèce d'ovalisation ni d'agrandissement (1).

Les frais d'entretien dans cette partie exceptionnellement désavantageuse (poses 11 et 14), bien plus élevés du temps des billes en chêne (reclouage annuel), n'ont dans aucune année atteint 2 francs par jour-kilomètre (col. 17 à 20), tandis que les frais moyens par jour-kilomètre (col. 21) ne sont que 1'305 et de 1'325.

Entretien en terrain marécageux. — 2° Sous le rapport de la main-d'œuvre d'entretien, les poses 3 et 9 se trouvent également dans une condition défavorable : le terrain est marécageux ; malgré cela, le jour-kilomètre n'a dans aucune année atteint 2 francs (col. 15 à 20) et le jour-kilomètre moyen n'est que de 92 et de 95 centimes (col. 21).

Entretien pour billes en chêne et pour traverses métalliques. — 3° Il n'y a que les quatre poses 2, 3, 4 et 5 qui aient fait environ le même service (col. 11 à 13) que la pose 1 sur billes en chêne ; on ne peut donc comparer au jour-kilomètre moyen de la pose 1 (col. 21) que les jours-kilomètres moyens de ces quatre poses, datant également de l'année 1881 (col. 11). Quoique sur ces deux poses il y en ait deux dans les conditions défavorables indiquées, la moyenne de ces 4 jours-kilomètres ne diffère pas sensiblement du jour-kilomètre moyen (64 centimes) de la pose 1.

Pour juger de l'importance de ce résultat, il faut que l'on tienne compte de ce qui suit :

a) Le type I des traverses de ces quatre poses (col. 9) est le système le plus primitif que renseigne le tableau, chacun des types II à VI étant un perfectionnement du précédent. Il y a donc tout lieu de supposer que chacun des autres types aurait donné des résultats plus avantageux encore.

b) Le resabotage et le reclouage des billes de la pose 1, qui a commencé en 1886, devra être continué en 1887 ; le jour-kilomètre en 1887 pour cette pose sera donc élevé comme celui de 1886 (1 fr. 10 c., voir col. 20). Tout fait présumer d'ailleurs que le jour-kilomètre de cette pose montera avec l'âge du bois.

c) Le jour-kilomètre des poses 2 à 5, au contraire, accuse plutôt une tendance à descendre (voir col. 20, année 1886) avec la consolidation de la voie.

d) Depuis la mise en œuvre de la pose 1 en 1881, aucune bille n'a dû être renouvelée (ce qui prouve que le chêne employé est d'excellente qualité) ; cependant, ce renouvellement devra bientôt commencer et le remplacement viendra augmenter en forte proportion chaque année — à part des frais d'achat — les dépenses de main-d'œuvre, donc aussi le jour-kilomètre considéré.

Entretien de voies non consolidées. — 4° Le jour-kilomètre moyen (col. 21) des poses 6, 7, 8, 12 et 17 ne dépasse pas 89 centimes ; celui des poses 10, 13, 15, 16, 18 et 19 reste en dessous de 60 centimes, quoique ces 11 poses ne datent que des années 1883 et 1884.

(1) Les traverses III sont en acier ; le fer résiste moins bien que l'acier à l'usure du tablier et des trous.

En vue des circonstances très défavorables d'exploitation où se trouvent ces traverses, on peut être tranquille sur ces deux espèces d'usure, ce qui cependant n'empêche pas qu'il est rationnel de mettre les traverses les plus épaisses des fournitures dans les courbes et d'y réduire la distance des traverses.

Augure pour le type perfectionné. — 5° L'observation du type VI enfin (poses 20 et 21) est de trop courte durée (col. 13) pour juger de sa valeur d'après son jour-kilomètre moyen (col. 21); cependant, tout fait présumer que ce système se comportera mieux encore qu'aucun des types I à V (1).

Frais nuls des essais. — 6° La mise en œuvre successive des poses 2 à 21 n'ayant pas occasionné jusqu'aujourd'hui de frais d'entretien plus élevés que n'auraient été ceux pour la mise en œuvre des mêmes parties sur billes en bois, on peut admettre qu'une Compagnie qui met en œuvre chaque année un certain nombre de traverses métalliques d'un système passablement rationnel, ne dérange pas son budget d'entretien et n'a pas besoin d'augmenter son personnel.

L'observation des voies et de la fabrication des traverses conduit encore aux conclusions suivantes.

Entretien peu soigné. — 7° Une partie de voie près de Liège (25 trains), longue de 300 mètres, du type III, située en courbe de 530 mètres de rayon et 16 millimètres par mètre de pente fut laissée, après avoir été soigneusement bourrée, pendant quarante mois (*trois ans et un tiers*) sans bourrage ni dressage, ni aucun autre travail que l'inspection des écoulements. A la fin de cette période, la voie se trouvait en assez bon état. Ce fait prouve qu'une bonne voie métallique, une fois bien posée et bourrée, n'exige pas une surveillance ou un entretien plus méticuleux qu'une voie sur billes en bois; au contraire, tout fait supposer qu'il y aurait danger d'abandonner pendant trois ans et un tiers une voie sur billes placée dans ces conditions-là.

Maintien de l'écartement. — 8° Les diagrammes de l'appareil enregistrant l'écartement de la voie sont bien plus réguliers pour les poses à traverses métalliques types I à IX qu'avec les billes en bois, même neuves.

Inclinaison 1 : 20 et déversement. — 9° L'inclinaison du rail au 1 : 20, qui laisse souvent à désirer dans les voies sur billes (déversement), est maintenue invariablement sur les traverses métalliques des types I à IX.

Déplacement latéral. — 10° Le ripage (déplacement latéral de la traverse par le trafic) est nul ou insignifiant, même dans les courbes à faible rayon, pourvu que la traverse soit convenablement fermée aux extrémités. (Voir pl. XVII.) On a constaté que les fermetures intermédiaires (voir types II et IV) sont absolument superflues, vu que les types I et III (sans fermeture intermédiaire) ne bougent pas.

Renouvellement d'attaches. — 11° Le resabotage et le reclouage, en 1886, d'une partie des billes en chêne de la pose I, ont nécessité le remplacement de 2 selles et de 480 crampons. Le renouvellement des attaches sur traverses métalliques est insignifiant, surtout pour les attaches C.

Fer ou acier tendre. — 12° Le fer laminé (nerveux) n'est pas à recommander comme matière des traverses; l'acier tendre de bonne qualité s'y prête à merveille sous tous les rapports : fabrication, réception, solidité, durée.

(1) Quoique le type VI donne d'excellents résultats, la Compagnie a voulu le perfectionner encore; elle a mis en œuvre en 1886 et 1887 trois variantes VII, VIII et IX du type VI, dans laquelle le milieu est rétréci (taille). Cette réduction de la largeur au milieu (voir pl. XVII) a pour but de faire prendre à la traverse son principal appui à l'endroit des rails, donc d'augmenter la stabilité de la voie, surtout en ballast médiocre et en cas d'un entretien peu soigné. L'augmentation de la hauteur au milieu (profils EE, FF, HH, pl. XVII) augmente la rigidité de la traverse et la garantit de la déformation dans le transport ou dans une voie négligée.

La traverse VII, dont le milieu a la forme d'un coin, s'introduit le plus facilement dans le ballast; par malheur, elle est de fabrication compliquée.

Le type VIII, au contraire, et sa variante IX sont de fabrication facile et tout fait présumer que les résultats seront excellents. (La taille peut aussi occuper une position intermédiaire entre les limites VIII et IX.)

Joints chevauchés. — 13° Les joints chevauchés sur traverses métalliques ont donné avec un éclissage solide (cornières) de bons résultats, surtout dans les courbes.

Éclissage. — 14° L'éclissage des joints doit être en porte-à-faux et solide (cornières).

Bourrage. — 15° Les profils VI, VII, VIII et IX ne laissent rien à désirer. Le creux en forme d'auge se bourre facilement quelle que soit la nature du ballast : gravier, sable, cendrée, pierraille (1).

Le plus souvent, le ballast forme un noyau compact adhérent à l'intérieur de la traverse, la remplissant entièrement à l'endroit des rails et augmentant sa base.

Personnel. Instructions. — 16° Le personnel de la voie, d'ordinaire hostile aux traverses métalliques au premier abord, s'y habitue vite. Il est facile d'obtenir une pose irréprochable, même avec des ouvriers peu exercés, en leur donnant des instructions pratiques. (Voir annexe II : « Instruction pour la pose ».)

Déraillements. — 17° Pour se rendre compte de la déformation que supporterait sans criques la traverse VI, en cas de déraillement, la Compagnie fit une série d'essais de pliage à froid de la partie AA. CC. (voir pl. I) des traverses laminées à profil variable. On constata que les traverses poinçonnées non recuites se laissent plier de 75° avant de se fissurer, comme l'indique la figure 1 ci-dessous, et conclua qu'avec l'acier, la forme de traverse et le poinçonnage (angles arrondis) en question, le recuit n'est pas nécessaire, la déformation de la traverse en cas de déraillement n'atteignant jamais 75° à l'endroit des lumières.

Les traverses poinçonnées recuites se plient (comme les traverses non poinçonnées non recuites) de 180° sans criques (fig. 2); en vue de ce splendide résultat, la Compagnie juge le recuit désirable, mais à la condition qu'il ne coûte pas plus que quelques centimes par traverse.

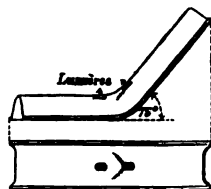


Fig. 1.

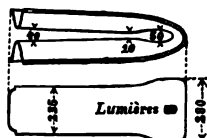


Fig. 2.

Entretien normal.

Nous terminons cet exposé par l'évaluation de l'entretien normal dans un cas déterminé; l'ingénieur du réseau dont font partie les 21 poses du tableau estime que :

- « Une voie du type VI, C, dans les conditions de tracé, de ballast et d'exploitation de Liège-Hasselt, pourra, après trois années de consolidation, être entretenue très soigneusement à raison de 100 journées par an-kilomètre. Une brigade de 4 hommes travaillant 250 jours par an pourra donc, en consacrant 50 jours à d'autres travaux, entretenir en bonne condition 8 kilomètres de voie courante. »

(1) Si dans une voie bien entretenue, le bourrage de la traverse ne dépasse pas les limites pratiques de 40 centimètres de chaque côté du patin du rail, la traverse ne peut jamais devenir « danseuse »; la forme tend à faire affluer le ballast vers les surfaces d'appui sous le rail.

Annexe I. — Statistique des frais d'entretien des poses d'essai en trave

Pose d'essai n°	Trains par jour.	SOUS-SECTIONS.	De à		Pente et rampe en m/m p. m.	Rayon de courbure en mètres.	Long- ueur de la pose en kilo- mètres.	
			Kilo- mètres.	Kilo- mètres.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	25	Liège-Tongres	15.620	14 612	12	500	1.008	1,12
2	25	— —	16.666	15.620	12	750 Alignement.	1.046	1,13
3	25	Bilsen-Hasselt	41.093	40.170	1.2	—	0.923	1,00
6	25	Liège-Tongres	7.946	7.432	16	1,000	0.514	60
7	29	Liers-Flémalle	1.831	1.393	Niveau.	1,000	0.438	30
8	25	Tongres-Bilsen	25.031	24.570	8	Alignement.	0.461	50
9	25	Bilsen-Hasselt	43.625	43.349	4	—	0.276	30
11	25	Liège-Tongres	3.790	3.640	16	350	0.150	20
12	25	— —	12.787	12.528	13	500	0.259	30
14	25	— —	4.002 3.640	3.790 2.836	16	350	1.016	1,35
17	25	— —	12.528	12.315	13	500	0.213	25
21	25	— —	4.412 4.755	4.302 4.748	16	530	0.117	25
4	14	Hasselt-Wijchmael	22.238	21.130	2.9	Alignement.	1.108	1,20
5	14	Wijchmael-Achel	32.673	31.940	3.4	—	0.733	8
10	14	Hasselt-Wijchmael	8.408	7.301	3.9	—	1.107	1,20
13	14	— —	1.562	1.218	6.5	500	0.344	40
15	14	— —	1.218	0.765	6.5	500	0.453	50
16	14	Achel-Eindhoven	47.334	47.795	0.8	2,000	0.461	50
18	14	— —	47.795	48.256	Niveau.	Alignement.	0.461	50
19	14	— —	46.868	47.334	0.8	—	0.466	50
20	14	— —	52.709	52.032	1	2,000 Alignement.	0.677	70

(1) Voir planche I. (2) Ces frais comprennent la main-d'œuvre d'entretien; les dépenses de renouvellement (qui sont pres

Statistiques de la Compagnie des chemins de fer de l'État néerlandais.

SYSTEME (1)		Année de la pose	DATE de la mise en observation.	Nombre de jours en		FRAIS D'ENTRETIEN (2) en francs par jour et par kilomètre						
de la tracé.	d'at- taches.			œuvre depuis la mise en obser- vation jusqu'au 1 ^{er} jan- vier 1887.	œuvre en 1886.	en	en	en	en	en	en	depuis la mise en obser- vation jusqu'au 1 ^{er} jan- vier 1887.
0	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
I	Compres.	1881	1 ^{er} juillet 1881	2,010	365	0.159	0.217	1.226	0.396	0.493	1 101	0.638
I	A	1881	— —	2,010	365	1.128	0.423	0 576	0.195	1.086	0.538	0.618
I	A	1881	1 ^{er} sept. 1881	1,948	365	1.930	0.829	1 884	0.256	0.901	0.383	0.918
II	B	1882	1 ^{er} janvier 1883	1,461	365	"	"	1 214	0.489	0.638	1.112	0.863
II	B	1882	— —	1,461	365	"	"	1.582	0.277	1.160	0.494	0.878
II	B	1882	— —	1,461	365	"	"	1 676	0 533	1.253	0.118	0.886
II	B	1882	— —	1,461	365	"	"	1.687	0.861	0.953	0.278	0.947
II	B	1883	1 ^{er} octob. 1883	1,188	365	"	"	Néant.	1.084	1.974	1.187	1.305
II	B	1883	— —	1,188	365	"	"	—	0.891	0.465	0.264	0.499
II-IV	A	1883	— —	1,188	365	"	"	—	1.647	1.792	0.867	1.325
IV	A	1883	— —	1,188	365	"	"	—	1.132	1.111	0.498	0.842
VI	C	1885	1 ^{er} avril 1885	640	365	"	"	"	"	0.036	0.078	0.076
I	A	1881	15 juin 1881	2,025	365	0 6635	0.595	0.614	0.198	0.156	0.418	0.427
I	A	1881	1 ^{er} sept. 1881	1,948	365	1.584	1.027	0.790	0.326	0 536	0.569	0.708
II	B	1882	1 ^{er} janvier 1883	1,461	365	"	"	1.077	0.475	0.329	0.503	0.596
II	B	1883	15 sept. 1883	1,204	365	"	"	Néant.	0.433	0.438	0.879	0.531
II-IV	A	1883	— —	1,204	365	"	"	—	0.246	0.412	0.258	0.278
III	A	1883	1 ^{er} mars 1884	1,036	365	"	"	"	0.311	0.143	0.329	0.287
IV	A	1884	— —	1,036	365	"	"	"	0.299	0.372	0.533	0.407
V	A	1884	— —	1,036	365	"	"	"	0.551	0.897	0.277	0.576
VI	C	1885-86	1 ^{er} juin 1886	214	214	"	"	"	"	"	0.144	0.144

Des dans le cas actuel) n'y sont pas comprises; on n'a constaté nulle part de traverses brisées.

OBSERVATIONS.

Attaches :

Type A. — (Voir planche I.) Poses de 1881, 1883 et 1884 sur traverses I, III, IV et V.

Boulons excentriques en fer, donnant 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ou 16 millimètres de surécartement :

Poids	0 ^k 48 la pièce.
Épaisseur	19 millimètres.

Crapauds en fer :

Poids	0 ^k 23 la pièce.
-----------------	-----------------------------

Anneaux ressorts (Vérona), de 5 millimètres d'épaisseur.

Type B. — (Voir planche I.) Pose de 1882 sur traverses II.

Boulons en acier avec écrou-taraud (système Ibbotson), 19 millimètres d'épaisseur.

Plaque excentrique en fer, donnant 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ou 16 millimètres de surécartement.

Crapaud en fer.

Type C. — (Voir planche I.) Poses de 1884, 1885, 1886 et 1887 sur traverses Post, VI, VII, VIII et IX.

Prix actuel des attaches, environ 1 franc par traverse.

Pour tous les alignements et les courbes, il n'y a que 5 espèces d'attaches : 1 boulon normal, 1 boulon *b* (petite quantité, pour commencement et fin de courbes seulement), 1 écrou, 1 crapaud, 1 Vérona.

Boulons excentriques en fer ou acier Martin (écrou à base rugueuse) donnant 0.8 ou 0.6 millimètre de surécartement. (Pour commencements et fins de courbes, se servir de quelques boulons spéciaux *b*, voir instructions pour la pose, annexe II.)

Poids	0 ^k 5 la pièce.
Épaisseur	22 millimètres.

Crapauds en acier recuit à surface rugueuse :

Poids	0 ^k 4 la pièce.
-----------------	----------------------------

Anneaux-ressorts (Vérona) de 6 millimètres d'épaisseur.

Les poses nos 1 à 21 sont à simple voie. Ballast : cendrées, sable et gravier. Rails acier de 38 kilogrammes par mètre, éclisses-cornières. La plus lourde locomotive qui circule sur le réseau (1) pèse 50 tonnes, dont l'axe la plus chargée pèse 13 1/2 tonnes (sur les autres réseaux de la Compagnie, la machine 68 tonnes et l'axe 13.9 tonnes; train, maximum 1,000 tonnes environ).

Vitesse réglementaire, maxima pour toutes les lignes, 75 kilomètres à l'heure.

Une journée de piocheur, en moyenne, a coûté 2 fr. 19 c.; on peut donc transformer en journées par jour-kilomètre les chiffres des colonnes 15 à 21 en divisant par 2.19.

(1) Liégeois-Limbourgeois.

Dans la pose n° 1 (base de comparaison) une partie des traverses en chêne a dû être resabotée et reclouée en 1886 ; à continuer en 1887.

Les poses n° 3, 5 et 9 sont en terrain marécageux.

N. B. — La voie normale de la Compagnie des chemins de fer de l'État néerlandais a été décrite dans la *Note sur un nouveau type de traverses Post, etc.*, insérée dans le numéro d'avril dernier du *Bulletin*. (Pl. I et II.)

Annexe II.

INSTRUCTION POUR LA POSE ET LE BOURRAGE DES TRAVERSES MÉTALLIQUES DE LA COMPAGNIE POUR L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT NÉERLANDAIS (RÉSEAU LIÉGOIS-LIMBOURGEOIS).

Attaches : $\left\{ \begin{array}{l} \text{Boulons de 22 mill.} \\ \text{Crapauds et Vérona.} \end{array} \right.$

§ 1. — Pour empêcher le glissement des rails, on rapproche les traverses de joint de façon que **les crapauds touchent les éclisses en cornière**. (Voir fig. 2.)

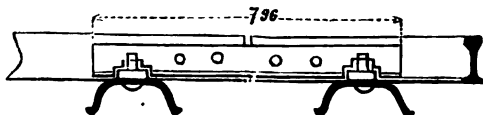


Fig. 1. Joint.

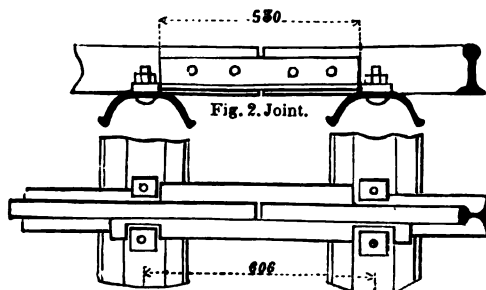


Fig. 3. Joint.

Pour les fortes pentes et pour les courbes à faible rayon, on se sert de longues éclisses (796 millimètres), chez lesquelles les crapauds sont appliqués **dans des encoches**. (Voir fig. 1.) On applique par joint deux longues éclisses ou une longue et une courte, selon les circonstances.

§ 2. — La distance d'axe en axe des traverses de joint est de 606 millimètres. (Voir fig. 3.)

§ 3. — On obtient le **surécartement** dans les courbes en changeant la position des boulons ;

une **marque** appliquée sur la tige indique la position du boulon. La figure 4 montre les différentes dispositions avec les écartements et rayons de courbure correspondants.

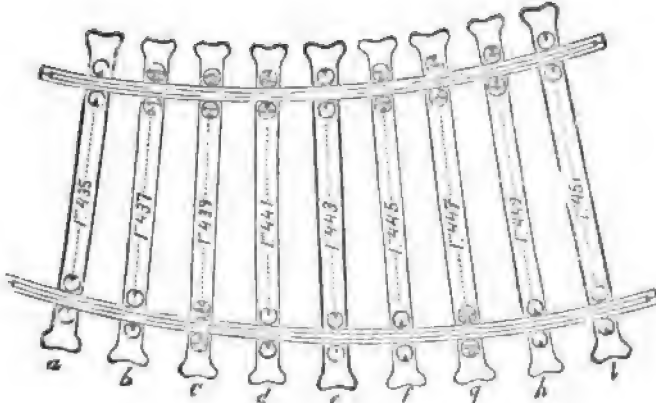


Fig. 4. — Disposition des boulons.

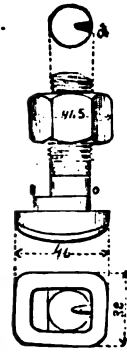


Fig. 5.
Boulon a.

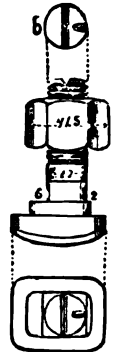


Fig. 6.
Boulon b.

LÉGENDE.

Commencement et fin des courbes à rayon de 499 à 999 mètres.	a.	Alignements et courbes de plus de 999 mètres de rayon.	Commencement et fin des courbes à rayon de 299 à 499 mètres.
	b.	Pour passer de 1°435 à 1°439.	
	c.	— — 1°437 1°441.	
	d.	— — 1°439 1°443.	
	e.	Courbes de 999 à 499 mètres de rayon.	
	f.	Pour passer de 1°443 à 1°447.	
	g.	— — 1°445 1°449.	
	h.	— — 1°447 1°451.	
	i.	Courbes de 499 à 299 mètres de rayon.	



Fig. 7. Répartition des appuis. Rail de 9 mètres.

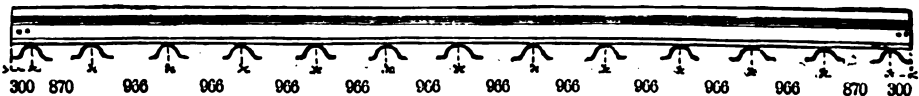


Fig. 8. Répartition des appuis. Rail de 12 mètres.



Fig. 9. Vérone.

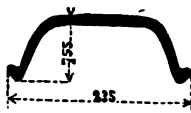


Fig. 10. Profil de la traverse sous patin de rail.



Fig. 11. Crapaud.

Les boulons *a* (fig. 5) et ceux *b* (fig. 6) sont marqués de façon différente.

Dans l'alignement et dans toutes les courbes, il n'y a que trois écartements différents : 1°435, 1°443 et 1°451. (Voir fig. 4.)

Ces 3 écartements s'obtiennent avec des boulons *a*; toutes les traverses sont fournies munies de boulons *a*.

Les boulons *b* ne servent qu'à passer d'un de ces trois écartements à un autre (commencement et fin de courbes à rayon inférieur à 1,000 mètres). Ici, la différence des écartements sur deux traverses suivantes ne doit jamais dépasser **2 millimètres**. (Voir fig. 4.) Les boulons *b* sont mis à disposition en caisses; les boulons *a* qu'ils remplacent sont gardés en réserve.

Au point où commence la courbe, la voie doit avoir l'écartement total indiqué à la figure 4.

§ 4. — Il se peut que, pour remédier aux défauts de la fabrication, les boulons doivent quelquefois être appliqués autrement que ne l'indique la figure 4; c'est surtout le **rail extérieur** dans les courbes qui doit être soigneusement attaché; d'abord, on place le boulon extérieur d'après la figure 4, ensuite, on presse le rail contre le boulon extérieur par quelques coups de marteau; après, on applique le boulon intérieur.

§ 5. — Après un bourrage provisoire, qui tend à donner à la voie la **hauteur** voulue, on **dresse** la voie; vient ensuite le **bourrage définitif**.

Il est défendu de lever la voie en appliquant le levier sous la traverse.

§ 6. — Pour bien bourrer une traverse métallique, il faut que le creux soit entièrement rempli de ballast. Le ballast ne devra **pas** être compact au milieu de la traverse; c'est aux points **d'appui des rails** que devra être appliqué le bourrage définitif.

Il est défendu de bourrer ou de lever la voie par le bout de la traverse.

§ 7. — Dans les premiers mois après la pose, le bourrage devra être souvent répété, et particulièrement soigné à l'endroit où **repose le patin du rail**.

2^e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

La *Compagnie de l'Est* a fait, il y a vingt ans environ, une série d'essais sur des traverses métalliques. Ces essais ont donné des résultats peu satisfaisants, notamment au point de vue des dépenses d'entretien des voies, et ils ont été abandonnés.

Récemment, la Compagnie a posé un certain nombre de traverses métalliques d'un système nouveau, dû à M. Guillaume, ingénieur principal du matériel fixe de la Compagnie. Ce système a été décrit dans la *Revue générale des chemins de fer*, numéro du mois de juillet 1886.

La traverse a la forme d'une auge non renversée, recourbée à ses deux extrémités vers le bas pour augmenter la résistance aux déplacements latéraux. Le rail repose sur la traverse par l'intermédiaire de coins en bois comprimé, et est fixé au moyen d'agrafes en acier qui s'engagent dans les parois verticales de la traverse. Ces agrafes peuvent être enlevées de manière à pouvoir sortir une traverse sans toucher au rail. Le coin produit le serrage et donne en même temps l'inclinaison d'un vingtième au rail. Le profil de la traverse est constant et calculé de manière à présenter une résistance égale à celle des traverses en bois ; son poids est le suivant :

Traverse proprement dite	78	kilogrammes.
4 agrafes	8.4	—
Total.	86.4	kilogrammes.

Les avantages de ce système sont les suivants :

- 1° La surface d'appui de la traverse sur le ballast est placée très bas ;
- 2° Elle est plane et convient à toutes les espèces de ballast ;
- 3° Il n'y a pas contact entre le patin du rail et la traverse, en sorte que l'on évite le ferrailage et l'usure du métal ;
- 4° Il n'y a ni boulons, ni vis, ni rivets ; les pièces accessoires de la traverse se réduisent à 4 agrafes et à 4 coins.

Les traverses mises à l'essai n'ont pas été établies exactement suivant les prévisions du projet, ce qui eût exigé la construction de laminiers spéciaux ; on les a simplement constitués avec des fers A U du commerce.

Les résultats obtenus sont très satisfaisants : la voie est solide, stable, et ne donne lieu qu'à peu d'entretien.

Les coins ne s'écrasent pas et il ne se produit, au passage des trains, aucun desserrage dans les attaches.

Le serrage des coins se maintient bien.

A l'origine, quelques agrafes se sont rompues à la suite de la dilatation du coin sous l'influence de l'humidité. On a remplacé ces agrafes par d'autres plus fortes, et depuis elles ont très bien résisté.

Ce type de traverse métallique paraît en somme satisfaisant à tous égards. Mais les essais auxquels il est soumis sont de date trop récente pour que l'on puisse prononcer un jugement définitif et surtout pour qu'il soit possible de se rendre compte des dépenses d'entretien, et établir à ce point de vue, avec les traverses en bois, une comparaison sérieuse.

La Compagnie de l'Est a tenu à étudier la question des traverses métalliques, qui pourra un jour présenter un grand intérêt. Mais elle pense qu'aujourd'hui la traverse en bois conserve à tous égards une incontestable supériorité.

Les traverses employées sur le réseau sont aujourd'hui exclusivement en chêne et en hêtre, créosotées dans les ateliers de la Compagnie. Au bout de quinze années, la proportion des traverses en chêne créosoté remplacées n'est que de 3 à 4 p. c. ; pour le hêtre, la proportion est un peu plus forte. La statistique des remplacements est faite très exactement, grâce à l'emploi de clous de millésime galvanisés, que l'on enfonce dans la traverse au moment du sabotage.

D'après les résultats de cette statistique, on peut affirmer déjà que la durée des traverses en chêne créosoté sera de beaucoup supérieure à quinze années, chiffre que l'on admet généralement dans la comparaison des traverses en bois et de celles en métal. La durée moyenne dépassera probablement vingt-cinq ans.

La bonne conservation des traverses en bois doit être attribuée, en ce qui concerne la pourriture et les autres causes qui altèrent à la longue la qualité du bois, au bon choix des traverses et à l'emploi judicieux du créosotage ; en ce qui concerne les dégradations qui se produisent au contact du rail, à l'emploi de semelles en feutre goudronné placées entre le patin du rail et les traverses.

3^e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

(PLANCHES II ET III)

L'Administration des chemins de fer de l'État belge poursuit sur une large échelle les essais de voies métalliques.

La dernière application date de l'année 1886 et comporte 70,000 traverses *Post* et 5,000 traverses *Bernard*. (Voir pl. II.)

Les essais tentés antérieurement ont été peu encourageants. (Voir annexe et pl. III.) Il a été reconnu que le poids des anciennes traverses était trop faible et la résistance à la flexion insuffisante. La traverse métallique semble être soumise à des efforts de flexion plus énergiques que ceux qui agissent sur la traverse en bois, ce qui paraît dû à sa plus grande rigidité.

L'essai des traverses *Post* et *Bernard* est trop récent pour que l'on puisse préjuger quel en sera le résultat. Tous les systèmes essayés jusqu'à ce jour se sont du reste toujours comportés relativement bien, pendant les premiers temps.

Il a été établi que les traverses exigeant le *bourrage en creux* ne prenaient une assiette convenable qu'après plusieurs bourrages successifs, lorsque le noyau intérieur formé par le ballast avait pris consistance. Mais alors se produisait un inconvénient : la traverse était en quelque sorte ancrée dans le ballast et son ripage ne devenait possible qu'après un débouillage préalable, lequel nécessitait ensuite les plus grands soins pour rétablir le bourrage primitif.

Les traverses de l'espèce dont la position normale à l'axe était dérangée ne pouvaient être remises en place qu'en perdant leur assiette.

Les voies métalliques des systèmes essayés ont été toujours plus *dures* que la voie en bois.

Au point de vue économique, la traverse métallique ne peut lutter avec la traverse en bois, aux prix relatifs actuels, qu'à la condition de durer beaucoup plus longtemps.

L'entretien des voies métalliques a été toujours sensiblement plus onéreux que celui des voies en bois.

Peut-être en sera-t-il autrement avec les profils plus robustes mis à l'essai l'année dernière.

La question de l'oxydation semble résolue en faveur du métal et, à part quelques cas assez rares, l'action de l'atmosphère n'a eu d'autre résultat que de recouvrir la traverse d'une couche d'oxyde relativement mince. Les systèmes d'attache qui ont le mieux résisté sont ceux du type *crapaud et boulon*.

Avril 1887.

L'ingénieur en chef directeur,
GOFFIN.

Annexe. — Essais de voies métalliques faits sur le réseau de l'État belge antérieurement à 1885.

De tout temps, l'Administration des chemins de fer de l'État belge s'est préoccupée de la question des appuis métalliques pour rails.

Antérieurement à l'année 1846, il existait déjà dans les voies de la ligne de Bruxelles à Anvers des traverses métalliques de quatre systèmes, savoir :

- 1° Le système Poncelet à plateaux en fonte de forme demi-circulaire faisant une seule pièce avec les coussinets et reliés entre eux par une tringle de jonction en fer étiré ;
- 2° Le système Poncelet différant du précédent en ce que les plateaux étaient carrés et les tringles en fer battu ;
- 3° Le système Gobert, qui comportait deux plaques en fonte sur lesquelles était vissé un rail renversé mis hors d'usage. Ce rail avait une entaille qui servait de coussinet ;
- 4° Le système Marchal, consistant en plaques laminées et coussinets ordinaires fixés au moyen de deux boulons à écrous.

Ces différentes traverses n'ont pas donné de bons résultats. Les coussinets se brisaient, les plateaux manquaient de stabilité et l'entretoisement était insuffisant.

En 1851, l'Administration mit en adjudication la fourniture de 5,000 traverses des systèmes Greave et Barlow basés sur le même principe que les traverses Poncelet.

Ces appuis furent mis dans les voies en 1853, et cette nouvelle expérience ne donna pas de résultats plus favorables que la première.

La commission qui fut chargée en 1856 de visiter ces divers appuis, transmit un rapport dans lequel elle déclara qu'à tous les points de vue les billes en bois étaient préférables aux appuis métalliques.

En 1867, une commission chargée d'étudier les différents systèmes de traverses métalliques en expérimentation à cette époque fut envoyée en France et en Hollande. Elle y remarqua les traverses dites Vautherin, dites inventées par la Société de Couillet et celles présentées par MM. Legrand et Salkin, de Mons.

Cette commission proposa de mettre à l'essai, dans les voies de l'État, chacun de ces trois systèmes après avoir modifié le mode d'attache de la traverse Vautherin, conformément à un dispositif imaginé par M. l'inspecteur général Cabuy, les systèmes d'attache usités en France ayant été reconnus défectueux.

Avant de donner suite à cette proposition, l'Administration renvoya en 1868 la même commission visiter en France les voies qu'elle avait examinées l'année d'avant. Les renseignements

recueillis pendant ce voyage furent défavorables aux traverses métalliques. La commission constata que la question des voies entièrement métalliques n'était point encore résolue d'une manière satisfaisante et que même elle avait perdu du terrain depuis un an. Malgré son désir d'ouvrir à l'industrie métallurgique une nouvelle source de travail, la commission crut devoir revenir sur sa proposition antérieure, et fut d'avis qu'il serait prudent d'ajourner encore les expériences à faire sur l'État belge.

A cette époque, la Compagnie du Centre fit mettre en œuvre, vers la fin de l'année 1868, une quantité assez considérable de traverses du système Vautherin.

7,804 pièces furent mises dans les voies du groupe actuel de Binche, en novembre et décembre de cette année; 294 de ces traverses ont dû être retirées avant 1871, date de la reprise de la ligne par l'État, et vers le milieu de l'année 1875 il n'en restait plus que 125, qui toutes étaient en mauvais état et devaient être mises hors d'usage. De ce qui précède, il résulte qu'on pouvait tout au plus assigner à ces appuis une durée de 6 ans. Toutes les billes retirées étaient recouvertes d'une forte couche de rouille, et avaient perdu 2 à 3 kilogrammes de leur poids total. Les parties extrêmes des traverses entre l'about et le point d'attache du rail s'étaient fortement recourbées sous l'action du piochage et dans presque toutes il existait des déchirures aux arêtes du plateau supérieur.

Les ouvertures pratiquées pour fixer les rails de part et d'autre du patin étaient souvent confondues en une seule par l'enlèvement de la partie de fer de la bille existant entre elles. Cette partie se détachait complètement ou se fissurait.

Pendant que cette expérience se poursuivait, vers 1869, l'Administration fit mettre à l'essai aux environs d'Ath 500 traverses métalliques du système Legrand et Salkin. Ce système fut condamné en 1873 après qu'on eut constaté que sous le patin des rails, contre chacune des entailles recevant les crochets d'attache, de petites fentes de 0^m015 de longueur se produisaient, ainsi que des déchirures considérables dans le sens de la longueur des traverses.

On avait remarqué aussi que de petites sinuosités se produisaient dans la voie par suite du tassement et que le maintien des crochets et des cales de serrage nécessitait un travail constant. Ces traverses étaient en outre fortement attaquées par la rouille.

Entretemps, l'Administration suivait les expériences que faisait la Compagnie du Luxembourg, qui avait fait mettre à l'essai sur ses lignes, en 1868, les traverses du système Denis.

En 1874, peu après la reprise par l'État des lignes du Luxembourg, il ne restait plus dans les voies que 237 des 305 traverses de ce système mises en œuvre. Ces 237 pièces ont été retirées à cette époque, le système d'attache étant défectueux et ses éléments difficiles à remplacer.

Pendant la période de 1872 à 1879, l'Administration étudia divers systèmes de voies métalliques d'invention nouvelle, qu'elle ne jugea pas utile de mettre à l'essai. Ces systèmes sont ceux de Hauwaert et Cabuy, de Jacqueau, de Kirsch et De Greef, de Potel, de Breton, de Wenzl Hohegger, de De Soignies, d'Espagne et de Wood.

En mars 1879, l'Administration a mis à l'essai 2,000 traverses du système De Soignies, de Schaerbeek. Ces traverses ont dû être retirées des voies après trois années de pose. La voie manquait de stabilité, les traverses oscillaient sous le passage des trains, et les attaches manquaient de rigidité.

Pendant les années 1878 et 1879, l'Administration fit l'essai sur une très vaste échelle de la voie sur longrines du système Hilf (120^m265^m), de simple voie et d'une traverse métallique dérivée de la traverse rhénane (151^m669^m de simple voie), qui différait très peu de celle inventée vers cette époque par M. Legrand. Pour ce motif, l'Administration jugea inutile d'essayer cette dernière. Cette nouvelle expérience n'a point donné des résultats favorables aux voies métalliques.

A la voie sur longrines, on constatait au bout de peu de temps que le joint des longrines ne correspondait plus au milieu des traverses placées sous leurs abouts et que, bientôt après, l'une des deux longrines ne touchait plus la traverse. Les rails cheminaient sur les longrines et les voies s'ouvraient. De plus, les longrines se fissaient. Ces inconvénients ont nécessité l'enlèvement de toutes les longrines des voies principales.

Les traverses ont été reconnues trop légères, des fissures se produisent au droit du patin du rail, les rivets de l'entretoisement sautent parfois et les traverses s'aplatissent. Le système d'attache est insuffisant et l'entretien est entièrement onéreux. Les traverses de ce système qui se trouvent encore dans les voies principales sont l'objet d'une surveillance toute spéciale.

En 1879, l'Administration a mis à l'essai les longrines du système de Serres et Battig entre Buysinghen et Hal, mais au bout de peu de temps on a constaté que les rails qui étaient d'une forme spéciale se brisaient.

Ces bris ont amené le retrait de ces longrines des voies principales.

En 1880, un essai des traverses du système Helson a été prescrit. 20 traverses furent posées à Angleur en avril 1881.

Jusque vers le milieu de 1883, ces traverses ont donné des résultats satisfaisants, mais à partir de cette époque des fissures se déclarèrent dans les ailes de l'U, aux trous des boulons latéraux ainsi que dans l'âme de chacun des abouts.

Ces faits montrent qu'on ne peut assigner à la traverse Helson qu'une durée de trois ans environ.

Pendant que cet essai se poursuivait, l'Administration a examiné les systèmes Haarmann, dont un avec longrines et l'autre avec traverses. La longrine est d'une forme compliquée, difficile à laminier, et exige du très bon fer.

L'expérience qui a été faite de la voie Hilf n'a pas engagé à essayer ce nouveau système.

Le système sur traverses du même inventeur est également compliqué, les encoches sont de nature à présenter des fissures, et l'essai n'en a pas été jugé utile. Il en a été de même d'une dernière longrine avec traverses, présentée par MM. Caramin et C^e, au commencement de 1884.

Mars 1885.

4^e NOTE ⁽¹⁾

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER MÉRIDIONAUX (ITALIE).

En Italie, les chemins de fer les plus importants n'ont fait aucun essai sérieux sur les voies avec traverses métalliques; l'on ne saurait donc pas répondre à la question posée.

Cependant, ayant suivi les essais faits à l'étranger, nous croyons qu'il ne sera pas tout à fait hors de propos, et surtout sans intérêt, de voir si, dans les conditions actuelles, la traverse métallique aurait des chances d'être substituée à la traverse en bois dans les chemins de fer italiens.

Nous allons donc chercher s'il y a des avantages directs ou indirects *bien établis* qui puissent conseiller cette substitution.

Les avantages directs, s'il y en a, nous ne pourrions les trouver que dans une supériorité de la traverse métallique à la traverse en bois au double point de vue technique et financier.

Les avantages indirects ne pourraient ressortir que des conditions spéciales de l'industrie du pays.

Au point de vue technique, l'on a attribué aux traverses métalliques les avantages suivants :

- 1° Inoxydabilité des traverses dès qu'elles sont en service;
- 2° Solidité et invariabilité des attaches qui empêchent la voie de se déformer et de s'élargir;
- 3° Diminution des frais d'entretien après les deux ou trois premières années de pose;
- 4° Inaltérabilité des traverses à l'occasion de déplacement;
- 5° Économie de réfection de la voie;
- 6° Diminution des frais de transport, la traverse métallique étant plus légère;
- 7° La valeur de la vieille traverse est supérieure à celle de la traverse en bois hors de service.

Il résulterait enfin de l'expérience de certains déraillements qu'il est plus facile de rétablir la voie sur traverses métalliques : les traverses métalliques ne seraient jamais faussées de manière à être mises hors de service.

Sans les examiner un à un, nous nous bornerons à dire que tous ces avantages et même les

(1) Cette communication est parvenue après la rédaction de l'exposé.

plus importants, n'ont pas été acceptés sans contredit dans le monde technique; et que l'on fait, d'autre part, un fort reproche à la traverse métallique : son instabilité dans le ballast qui la rend très sensible aux chocs et aux mouvements de lacet.

Nous ne répéterons pas ici les autres reproches du manque d'élasticité et du ferraillement, que l'on fait aux traverses métalliques et qui ont été presque réfutés, ni celui d'user bien plus vite les rails et le matériel roulant qui n'a pas encore été suffisamment constaté.

Mais nous croyons cependant pouvoir déduire des discussions *pro* et *contra*, de ces dernières années, que jusqu'à présent, au point de vue technique, la *supériorité* de ces traverses à celles en bois n'est pas encore établie.

Nous acceptons cependant à cet égard, pour nos chemins de fer, les conclusions du Congrès international de Bruxelles, qui admettait la *concurrence* possible de la traverse métallique avec celle en bois.

Au point de vue financier, il faut examiner la question du prix.

Elle est intimement liée à la question technique, car le *prix absolu* de la traverse métallique dépend de son poids, et le *prix relatif* de sa durée.

Le poids des traverses métalliques va toujours en augmentant; il est désormais reconnu qu'une bonne traverse métallique doit avoir un poids variant entre 56 et 60 kilogrammes. Nous allons supposer, cependant, que, pour nos chemins de fer une traverse de 50 kilogrammes, sellettes et attaches non comprises, puisse suffire.

Pour ce qui a rapport à la durée, il n'y a rien encore de certain; dans tous les calculs que les ingénieurs de chemins de fer ont faits pour prouver la *convenance* ou *presque convenance* financière d'adopter les traverses métalliques dans les voies, l'on a admis que leur durée serait supérieure à trente ans.

Mais ce qui est vrai, c'est que jusqu'à présent pour les traverses expérimentées la pratique n'a pas encore sanctionné cette supposition.

Les essais faits en France et en Belgique ont complètement échoué; de ceux que l'on fait en Allemagne, en Autriche, en Hollande, bien peu datent de plus de douze années.

Les seuls qui pourraient venir à notre aide seraient les essais des chemins de fer algériens sur la ligne d'Alger à Oran et ceux des chemins de fer hollandais près de Deventer. Là, les traverses métalliques sont posées depuis vingt ans; elles se comportent bien et laissent croire qu'elles atteindront et même surpasseront la limite des trente ans de durée.

Malheureusement, l'exploitation de ces lignes ne peut être comparée à celle des chemins de fer de première importance, et l'on a reconnu que si la durée des traverses métalliques est indépendante des influences atmosphériques, elle est au contraire intimement liée au trafic de la voie.

Supposons cependant qu'il existe une traverse métallique qui dans nos chemins de fer puisse atteindre la durée de trente ans; si son poids est de 50 kilogrammes, voyons quel serait son prix de revient.

Dans les conditions actuelles du marché en Allemagne et en France, le prix des traverses en acier doux (car nous n'admettrions pas d'autre métal) varie entre 160 et 190 francs par tonne, selon les difficultés de laminage et de finissage du système; les traverses à ce prix sont livrées sur wagon à l'usine.

Pour l'Italie, il faut admettre que les traverses, comme la plus grande partie des rails, proviennent de l'étranger; et nous supposons que, s'agissant d'exportation, les usines vont nous les livrer sous vergues, dans un port italien, au prix de 180 francs par tonne. Le droit d'entrée est de 30 francs par tonne et les faux frais de déchargement peuvent être évalués à 2 fr. 60 c.

Les traverses nous coûteraient donc 212 fr. 60 c. par tonne, c'est-à-dire (dans la supposition des 50 kilogrammes) 11 fr. 63 c. la pièce.

Ayant déterminé le prix absolu, voyons quel sera le prix relatif, c'est-à-dire la cote annuelle d'intérêt et d'amortissement du capital employé.

Nous acceptons pour faire ce calcul :

- 1° Que la traverse métallique atteigne la durée de trente ans;
- 2° Que les frais d'entretien soient les mêmes que pour la traverse en bois;
- 3° Que la valeur de la traverse métallique hors de service soit de 40 p. c. du prix d'achat.

Cela posé, la cote d'intérêt et d'amortissement nous est donnée par la formule :

$$a = Cr + C(1 - 0.40) \frac{r}{(1 + r)^n - 1}$$

Pour $C = 11.63$, $n = 30$, $r = 5$, nous avons :

$$a = \text{fr. } 0.686.$$

Voyons maintenant quels sont les prix absolus et relatifs de la traverse en bois pour nos chemins de fer.

Dans nos chemins de fer, nous n'employons pour les traverses que le bois de chêne (*Quercus robur*); dans les conditions actuelles du marché, nous les payons 3 fr. 20 c. à 3 fr. 50 c. la pièce, livrées dans nos gares.

Elles sont équarries, ont les dimensions de $0^m14 \times 0^m24 \times 2^m60$ et sont posées sans subir aucune préparation antiseptique.

Leur durée n'est pas inférieure à dix ans.

Nous admettons que la valeur de la vieille traverse en bois ne puisse que dédommager les frais de son transport, entassement et vente, tout en acceptant le prix maximum d'achat de la traverse neuve. Cela posé, nous aurons la cote annuelle d'intérêt et d'amortissement de notre traverse en bois, substituant dans la formule

$$a = C_1 r + C_1 \frac{r}{(1 + r)^n - 1}$$

$C = 3.50$, $r = 5$, $n = 10$ qui nous donne

$$a_1 = \text{fr. } 0.453.$$

Nous voyons donc que a_1 est inférieur à a ; et l'on n'aura jamais $a_1 = a$, quelle que soit la durée de la traverse métallique, si les autres conditions que nous venons de poser et qui nous semblent tout à fait en faveur du métal restent invariables.

Dans les conditions d'achat actuelles de la traverse métallique et pour une durée de trente ans, elles ne sauraient soutenir chez nous la concurrence des traverses en bois, tant que le prix d'achat de celles-ci n'atteindra pas 5 fr. 30 c. L'on voit donc qu'au point de vue financier, la substitution du métal au bois n'est pas possible aujourd'hui pour nos chemins de fer.

Y a-t-il enfin des considérations sérieuses relatives au développement de l'industrie métallurgique nationale, que l'on puisse faire valoir à l'appui de l'adoption des traverses métalliques?

Nous n'hésitons pas à dire que non, puisque, dans les conditions actuelles, nos usines ne sauraient pas soutenir la concurrence des usines étrangères.

Nous croyons donc pouvoir conclure que dans les conditions actuelles et surtout au point de vue financier, il ne convient pas de substituer la traverse métallique à celle en bois dans les chemins de fer italiens.

15 août 1887.

5^e NOTE ⁽¹⁾

PAR W. HOHENEGGER

DIRECTEUR DE CONSTRUCTION DU CHEMIN DE FER NORD-OUEST AUTRICHIEN ET JONCTION SUD-NORD ALLEMANDE

(Traduction)

ÉCONOMIE DES TRAVERSES EN FER.

Dans les ouvrages spéciaux publiés jusqu'à ce jour au sujet de la valeur de la traverse métallique comparée à celle de la traverse en bois, on n'a considéré presque exclusivement que la partie technique de la question, et l'avantage économique résultant de l'emploi de la traverse en fer n'a été qu'effleuré légèrement ou calculé sur des données gratuites au sujet de la durée des pièces dont elle se compose.

Or, la superstructure métallique en usage sur les lignes des chemins de fer Nord-Ouest autrichien depuis dix ans offre un large champ d'expériences qui me permettent aujourd'hui d'écarter maint doute et mainte objection au sujet de l'avantage économique de la traverse en fer, et de rectifier maint préjugé invétéré.

Les premiers essais de voies à longrines en fer datent des systèmes exhibés à l'Exposition universelle de Vienne en 1873 et qui avaient conduit feu le directeur de construction M. Hellwag à charger l'auteur de la présente note de l'étude d'une voie à longrines pour les voies du chemin de fer Nord-Ouest autrichien.

Le résultat de cette étude fut une longrine à section transversale en forme de trapèze sans nervure intermédiaire, mais avec renforts cunéiformes aux parties inférieures des deux faces

(1) Cette communication est parvenue après la rédaction de l'exposé.

latérales, et c'est cette longrine qu'on a prise pour modèle depuis lors pour les traverses en fer du chemin de fer du Saint-Gothard et de diverses autres voies ferrées allemandes et étrangères.

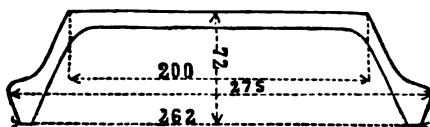


Fig. 1.

Cette forme de traverse a pu être laminée sans grands frais ni grandes difficultés dans les usines du pays, et l'on a posé en 1876 une voie de ces longrines, avec traverses analogues aux joints, en trois endroits de l'ancienne ligne garantie du réseau principal Nord-Ouest autrichien, notamment près de Vienne, de Spillern et de Caslau, sur une longueur totale de 4.1 kilomètres.

Cette forme de section transversale s'est en général très bien comportée et de toutes les longrines posées il n'y en a eu qu'une qui se soit détériorée la dixième année par un défaut de laminage : ce qui représente une moyenne de 0^m0001, soit un dix-millième pour cent par an.

Une description de ce système se trouve dans le journal technique, *Zeitschrift des österr. Ingenieur und Architekten-Vereines*, année 1876, fascicules 3 et 4.

Les traverses employées pour ce genre de voie, comme pour la voie Hilf à section transversale égale à celle de la longrine, ont dû être retirées après quelques années d'exploitation et être remplacées par de simples fers d'équerre parce que, sous les joints des longrines, les larges traverses agissaient défavorablement sur le soutien uniforme des rails et produisaient sur les véhicules le mouvement oscillatoire que l'on connaît.

Les traverses remplacées par les fers d'équerre ont alors été employées dans la superstructure de diverses lignes, de sorte que cet échange n'a pas occasionné de frais et qu'il en est même résulté une diminution dans les frais des nouvelles constructions à superstructure à longrines.

L'élévation des frais de la fabrication de la longrine de fer, qui coûtait 17 fl. 97 kr. (28.7 marks) par mètre courant de voie posée, alors que le mètre courant de superstructure de rails en acier sur billes de chêne préparées ne coûte que 14 fl. 02 kr. (22.4 marks), m'a engagé à projeter une longrine qui devait être fabriquée en laminant simplement ensemble deux vieux rails tête à tête sous une forte pression de laminoir et en la laminant en trois cannelures pour lui donner la forme voulue.

La marche suivie pour la fabrication de ces traverses est détaillée dans le journal *Organ*, année 1879, page 78.

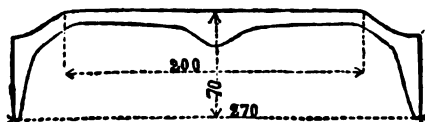


Fig. 2.

Cette traverse de vieux rails ne coûtait pas cher, puisqu'il n'y avait pas beaucoup à payer proportionnellement pour le laminage des vieux rails. Un mètre courant de cette superstructure à longrines revenait à 14 fl. 26 kr. (22.8 marks), contre 14 fl. 02 kr. (22.4 marks), prix de la

superstructure en bois sur les lignes voisines ; par contre, dès la fabrication de ces traverses, on s'était aperçu qu'elles ne pourraient pas durer aussi longtemps que celles construites avec les ters ordinaires, parce que le laminage des rails tête à tête ne réussissait pas toujours à la perfection, et d'un autre côté les parties de la traverse qui correspondaient au filet des vieux rails devaient toujours rester plus faibles en proportion.

La fabrication et la pose des traverses de vieux rails continuèrent aussi longtemps qu'on eut parmi les déchets annuels de vieux rails écossais propres à ce travail, et les lignes suivantes reçurent des longrines de vieux rails :

Tableau I.

En 1877, ligne Neschwitz-Tetschen	Longueur.	3.995 kilomètres.
1878, — Tichlowitz-Neschwitz.	—	3.973 —
1878, — Chwala-Wisocan	—	3.608 —
1880, — Calositz-Sebusein	—	5.372 —
1881, — — —	—	4.167 —

Longueur totale. . . 21.075 kilomètres.

La provision de vieux rails écossais étant épuisée, il a fallu renoncer à fabriquer ces traverses de vieux rails et il devint d'autant plus facile de se procurer des traverses en acier fondu qu'entre-temps, grâce à l'introduction du procédé Thomas en Autriche, on put disposer d'acier fondu à un prix relativement beaucoup plus bas qu'auparavant.

Le choix de cette nouvelle matière remettait en question la forme de la longrine, puisqu'on ne devait plus s'en tenir à la forme peu élastique de la traverse de vieux rails.

Dans les traverses en fer en usage, on s'était aperçu que les boulons des semelles des rails, à l'instar des crampons dans la superstructure en bois, étaient attaqués et usés dans un temps relativement court en partie par les semelles mêmes des rails, en partie par les bords des trous des traverses et cela dans une proportion de 0.45 p. c. par an ; il va de soi que les traverses en fer souffraient également de l'élargissement des trous des boulons.

Pour obvier à la forte usure, tant des boulons des traverses que des trous des boulons, j'ai fait laminier dans le dessus des traverses des nervures à section en forme de coins avec plaques de serrage de même forme, de sorte que, d'un côté, les plaques de serrage des boulons reposent par des contreforts cunéiformes contre les nervures des traverses et, de l'autre, au moyen d'un second contrefort non seulement elles écartent du boulon la semelle du rail, mais encore elles produisent un serrage dans le sens horizontal.

Ce système est décrit dans le journal *Organ*, etc., année 1883, page 1.

Le mode de construction en question, qui coûte 15 fl. 10 kr. (23.2 marks) par mètre courant de voie, contre 14 fl. 02 kr. (22.4 marks), prix de la voie à traverses en chêne sur les lignes voisines, a été employé pour les voies suivantes à superstructure à longrines :

Tableau II.

En 1882, sur la ligne de Wegstädtl-Gastorf	5.977 kilomètres.
— — — Gastorf-Polepp	5.315 —
— — — Polepp-Leitmeritz	1.394 —

A reporter. . . 12.686 kilomètres.

		Report.	12.686 kilomètres.
En 1883, sur la ligne de Jedlasee-Langenzersdorf		0.900	—
—	—	Altbunzlau-Dris	5.052 —
—	—	Dris-Vsetat.	6.319 —
—	—	Polepp-Leitmeritz	6.804 —
—	—	Leitmeritz-Calositz	5.131 —
—	—	Lichtenau-Mittelwalde	0.486 —
1884	—	Melnik-Liboch	4.707 —
—	—	Liboch-Wegstädtl	5.292 —
1885	—	Lissa-Altbunzlau	7.200 —
—	—	Melnik-Liboch	2.998 —
		Total.	57.575 kilomètres.

Cette superstructure à longrines de 57.575 kilomètres a donné pour une durée de cinq ans le pièces ci-après à remplacer :

Tableau III.

Longrines	0	p. c.
Fers d'angle d'éclissage	0	—
— des traverses	0	—
— des rails	0	—
Éclisses des traverses	0	—
Boulons de traverses pendant l'année.	0.040	—
— pour les patins des rails	0.026	—
— d'éclisse	0.032	—

Ces chiffres montrent non seulement l'excellent état de la traverse et de l'éclissage, mais aussi l'état singulièrement intact des boulons qui rattachent les traverses et les rails, puisque le renouvellement des boulons, grâce aux coins, n'est que d'un dixième de la moyenne que j'ai prouvée pour le précédent mode de construction.

Depuis l'introduction de ces trois systèmes de longrines, il y a presque dix ans, il n'y a pas encore eu un bris de rail.

PARALLÈLE ENTRE LES FRAIS D'ENTRETIEN DE LA SUPERSTRUCTURE EN BOIS ET CEUX
DE LA SUPERSTRUCTURE A LONGRINES EN FER.

Pour établir un parallèle entre la superstructure à traverses en bois et la superstructure à longrines en fer pour ce qui concerne les frais d'entretien, je comparerai ceux du réseau *garanti* avec ceux du réseau d'*achèvement* du chemin de fer Nord-Ouest autrichien pendant l'année 1885 : j'ai choisi ces deux réseaux parce qu'ils ont des configurations presque identiques, parce qu'ils possèdent la même superstructure à traverses en bois et parce que sur leurs lignes principales le trafic est sensiblement le même et se fait avec les mêmes trains à grande vitesse.

Il n'y a de différence qu'en ce que le réseau garanti ne possède, sur la ligne principale de Vienne à Nimbourg, d'une longueur de 323 kilomètres, que 5 kilomètres de voie à longrines (longueur à peine sensible), tandis que le réseau d'achèvement a une voie à longrines en fer sur la plus grande partie de sa ligne principale Nimbourg-Tetschen, soit 73 kilomètres sur 135.

Dans le tableau ci-dessous, j'ai indiqué les sommes totales du chapitre VIII, 1, 2 et 3 des clôtures des comptes annuels.

Tableau IV.

Frais du chapitre VIII, 1, 2 et 3 de l'entretien de la superstructure en 1885.

Réseau garanti : longueur, 626.7 kilomètres. Réseau d'achèvement : longueur, 308 kilomètres.

	Chapitre VIII, § 1. — SALAIRES.	Chapitre VIII, § 2. — MATÉRIEL EN FER.	Chapitre VIII, § 3. — TRAVERSES.
	Fl. Kr.	Fl. Kr.	Fl. Kr.
Réseau garanti.	75,000 21	80,276 77	173,014 52
A ajouter les stations communes, etc.	3,231 96	8,818 20	1,769 63
Dépenses. . .	78,232 17	89,094 97	174,778 15
Recettes à déduire. . .	4 03	22,263 24	16,513 77
Dépenses nettes. . .	78,228 14	66,831 73	158,264 38
Par kilomètres en florins	124 82	106 64	252 53
Par kilomètres en marks	119 71	170 63	404 05
Réseau d'achèvement.	38,417 22	47,476 75	18,632 90
A ajouter les stations communes, etc.	5,195 40	4,243 35	1,521 64
Dépenses. . .	43,612 62	51,720 10	20,154 54
Reste à déduire. . .	89 44	15,933 32	2,801 61
Dépenses nettes. . .	43,523 18	35,786 78	17,352 93
Par kilomètres en florins	141 30	116 19	56 34
Par kilomètres en marks	226 08	185 80	90 14

Pour juger de la bonne qualité et de la durée des essences de bois utilisées pour le réseau

garanti et des moyens employés pour prolonger la durée des traverses, j'ai dressé le tableau ci-après.

ESSENCE DU BOIS.	PRÉPARATION.	NOMBRE TOTAL DES TRAVERSES.	TRAVERSES REMPLACÉES.		DURÉE MOYENNE par an.
			Nombre.	Proportion pour cent.	
Chêne	Créosote.	306,912	853	0 27	7 ¹ / ₂
—	Aucune.	324,583	61,355	18.90	10 ¹ / ₂
Pin	Créosote.	231,815	4,107	1.77	7 ¹ / ₄
—	Aucune.	16,010	6,466	40.38	10
	Total. . .	879,320	72,787	8.28	

Pour le calcul de l'amortissement des traverses en fer, on a admis une durée de trente ans.

Le tableau IV représente exclusivement les frais d'entretien et non ceux du renouvellement de la superstructure, soit par rails d'acier sur traverses en bois au lieu de rails en fer sur du bois, soit par superstructure de longrines en acier au lieu de rails en fer sur du bois.

Dans ce tableau, on voit déjà la grande influence de la superstructure en fer dans le réseau d'achèvement sur le montant des frais d'entretien, car si le chiffre des salaires et du matériel en fer doit être plus élevé que pour le réseau garanti par suite du plus grand nombre de rails usés, cependant la somme totale du réseau d'achèvement est moindre d'un tiers, à peu près, par suite de l'économie sur le renouvellement du bois.

A la fin de 1885, la situation des divers modes de superstructure sur les lignes des deux réseaux était comme suit :

Tableau V.

	RÉSEAU GARANTI.		RÉSEAU D'ACHÈVEMENT.	
	Kilomètres.	P. c.	Kilomètres.	P. c.
Fer sur bois.	148,844	= 23.7	113,232	= 36.9
Acier.	473,105	= 75.5	121,249	= 39.3
Acier sur fer ou sur acier . . .	4,751	= 0.8	73,519	= 23.8
	626,700	= 100	308,000	= 100

Pendant l'année 1885, on a posé sur ces lignes du matériel neuf sur les longueurs ci-après :

Tableau VI.

Pour le réseau garanti.	30.027	kilomètres rails en acier au lieu de rails en fer.	
— d'achèvement.	15.172	— — —	et
	10.198	— de superstructure complète en acier	
au lieu de rails en fer sur traverses en bois.			

Les frais pour ces renouvellements ne sont pas mentionnés, comme nous l'avons déjà dit, dans le tableau ci-dessus du chapitre de l'entretien de la superstructure VIII, 1, 2 et 3, parce qu'ils rendraient plus difficile l'appréciation des frais nets d'entretien.

Quoique sur le réseau d'achèvement la superstructure en fer n'occupe que 23.8 p. c. de la longueur totale du réseau, il y a lieu de remarquer qu'il y en a pourtant 73,656 kilomètres sur la ligne de Nimbourg-Tetschen, la plus fréquentée; ce qui représente 50 p. c. à peu près de cette ligne après déduction des stations.

De ce tableau, nous concluons ce qui suit :

Tableau VII.

L'entretien par kilomètre courant coûte :

	POUR		POUR	
	LE RÉSEAU GARANTI.		LE RÉSEAU D'ACHÈVEMENT.	
	Florins.	P. c.	Florins.	P. c.
Chapitre VII, § 1. Salaires	124.82	= 25.8	141.30	= 45.0
— § 2. Matériel en fer.	106.64	= 22.0	116.19	= 37.0
— § 3. Traverses en bois	252.53	= 52.2	56.34	= 18.0
	<u>483.99</u>	<u>= 100</u>	<u>313.83</u>	<u>= 100</u>
En marks.	774.38		En marks.	502.14.

Ces chiffres donnent exclusivement les frais d'entretien de la superstructure; toutefois, il faut encore y ajouter les frais qui résultent des intérêts et de l'amortissement des différences entre le coût de la superstructure métallique vis-à-vis de la superstructure en bois.

Ces différences sont indiquées ci après :

Tableau VIII.

Coût en plus de la superstructure avec traverses de vieux

rails	240 × 21.075 =	5,058 florins.
Coût en plus de la superstructure avec traverses en acier.	1,080 × 56.674 =	61,209 —
	Total.	<u>66,267 florins.</u>

Soit par kilomètre de tout le réseau d'achèvement (66,267 : 308) ou 215 florins.

Ce qui représente pour un amortissement de 30 ans une somme à amortir annuel-

lement de 12.39 —

à ajouter aux frais d'entretien du réseau d'achèvement par kilomètre. 313.83 —

Soit en tout par kilomètre 326.22 florins.

Enfin, si l'on compare cette somme avec les frais d'entretien du réseau garanti

par kilomètre, soit. 483.99 —

il résulte que les frais d'entretien du réseau d'achèvement ne représentent que 67 p. c. de ceux du réseau garanti.

Nous voyons par les chiffres du tableau VII que les salaires et les matériaux en fer sont un peu plus chers pour le réseau d'achèvement par kilomètre courant que pour le réseau garanti; ce qui s'explique naturellement, comme nous l'avons déjà vu, parce que, d'après le tableau V, il n'y avait

plus dans le réseau garanti que 23.7 p. c. de la longueur totale muni de vieux rails en 1885, alors que dans le réseau d'achèvement cette proportion était encore de 36.9 p. c.

Cette situation plus défavorable des lignes à rails en fer dans le réseau d'achèvement exige évidemment plus de salaires et de matériaux en fer pour l'échange des rails en fer hors d'usage par suite d'usure, vis-à-vis des vieux rails qui peuvent encore servir.

Ce qui caractérise l'économie du réseau d'achèvement, c'est la suppression des frais de renouvellement des traverses en bois, grâce à l'emploi des traverses en acier; car les frais de ce chiffre important VIII, 3 ne constituent plus que 18 p. c. des frais d'entretien de la superstructure, alors que dans le réseau garanti ils en représentent encore 52.2 p. c.

Par conséquent, l'entretien de la superstructure coûte par kilomètre de ligne courante :

Pour le réseau garanti	Bois = 252.53 florins, ensemble 483.99 florins.
— d'achèvement	— 56.34 — — 313.83 —
Donc en moins sur ce dernier	196.19 florins, ensemble 170.16 florins. 313.80 marks, — 272.26 marks.

Ainsi, grâce à l'emploi considérable de la superstructure en fer, l'entretien de la superstructure sur le réseau d'achèvement ne coûtait que 64.8 p. c. des frais correspondants pour le réseau garanti.

On voit par ce qui précède quelle influence énorme le chiffre pour le renouvellement des bois possède sur les frais d'entretien de la superstructure de la voie et quelles grandes sommes on peut déjà économiser aujourd'hui en faisant un plus grand usage de la traverse en fer, malgré son prix, qui est encore relativement élevé.

Pour terminer, je me permets de faire encore quelques observations sur la partie technique de la question.

A mon avis, la superstructure à longrines présente sous le rapport statique ce qu'il y a de plus parfait dans ce que l'on cherche pour la superstructure des chemins de fer, car sa résistance contre la charge et contre le déplacement latéral des rails est bien plus forte que pour la superstructure à traverses.

C'est ce qui est pleinement démontré par l'expérience acquise pour les systèmes précédents sur le chemin de fer Nord-Ouest autrichien, car, pendant les dix années qu'a duré l'expérience sur toutes les voies pourvues de la superstructure à longrines, il n'y a pas eu un seul bris de rail; l'étranglement et le déplacement de la voie dans les courbes raides ont totalement cessé, grâce à la résistance cinq fois plus grande (1) de la longrine contre le déplacement latéral; le roulement est beaucoup plus doux que sur les meilleures voies à superstructure en bois; le danger d'un déraillement est presque impossible, parce que le rail, fixé sur la longrine, ne peut céder d'aucun côté, puisque non seulement la semelle du rail est maintenue immobile par des plaques de serrage cunéiformes, mais parce que les têtes des rails sont serrées à leurs extrémités dans des éclisses de serrage cunéiformes, qui transmettent immédiatement sur les longrines toute pression latérale exercée sur la tête du rail.

A l'avenir, je me permettrai de compléter ce rapport sur l'économie de la traverse en fer par les expériences acquises et j'espère qu'avec le temps j'acquerrai à cette importante branche de la construction des voies plus de partisans qu'elle n'en possède jusqu'à ce jour.

Enfin, qu'il me soit encore permis d'effleurer cette question au point de vue de l'économie politique.

(1) Au sujet de cette question, voir : FUCHS, *Gleisverwerfungen*, Organ, 1877, p. 1 et 45.

La totalité des chemins de fer austro-hongrois avait en 1884 une consommation de 2,774,803 traverses, ce qui représente pour les bois seuls, c'est-à-dire sans frais de créosotage, une somme de 3,957,875, disons 4 millions de florins (6,400,000 marks).

Ces 4 millions de florins (6,400,000 marks) s'épuisent tous les ans dans le pays par corruption en poussière et en boue et pourraient être ajoutés à la richesse publique, si l'on vendait ces bois excellents et presque sans défauts à l'étranger et si l'on achetait, par contre, des traverses en fer fabriquées avec des minerais du pays.

L'Autriche-Hongrie possède incontestablement peu d'articles d'exportation aussi bons que ses excellents bois et devrait se servir plus économiquement que par le passé de ce précieux moyen d'échange, d'autant plus qu'on peut facilement démontrer et prévoir que si l'on continue à **sac-**
cager les forêts comme on le fait maintenant, cette précieuse marchandise n'existera plus long-temps ; par contre, l'introduction sur une grande échelle de la traverse en fer apporterait le remède, si longtemps désiré, au marasme de notre industrie métallurgique, qui souffre du défaut de consommation de grandes masses de fer.

Vienne, janvier 1887.

DISCUSSION EN SECTION

(1^{re} SECTION)

Séance du 19 septembre (matin)

PRÉSIDENCE DE M. LOMMEL

SECRÉTAIRE PRINCIPAL: M. BARSANTI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION: M. KOWALSKI

La séance est ouverte à 9 heures 1/4.

M. le Président. Avant d'ouvrir la discussion sur la première question, j'ai, messieurs, quelques communications à vous faire.

J'ai eu avec M. le secrétaire général un entretien d'où il résulte que les exemplaires imprimés d'une note de M. Hohenegger, expédiés de Bruxelles, ne sont pas encore arrivés. On compte recevoir bientôt la caisse qui les contient⁽¹⁾.

En second lieu, M. Jules Morandière, ingénieur des études du matériel et de la traction aux chemins de fer de l'Ouest français, a fait parvenir les plans de deux nouveaux types de traverses métalliques accompagnés d'une note. Je les dépose sur le bureau, à la disposition des membres de la section. (Voir annexe A.)

Enfin, MM. John Cleghorn, membre du Conseil, et Wilkinson, secrétaire du North Eastern Railway, nous ont transmis au nom de leur Administration une note relative à la pose des traverses métalliques sur ce chemin de fer. Je dépose également ce document sur le bureau. (Voir annexe B.)

(1) Cette note a été publiée dans le *Bulletin*, vol. I, n° 9, 2^e fasc., p. 1166.

J'accorde maintenant la parole à M. Kowalski, ingénieur chef du service central aux chemins de fer de Bône-Guelma, pour donner à la section un résumé de l'exposé qu'il a fait de la question des traverses métalliques, exposé dont vous aurez pu prendre connaissance dans le *Bulletin* n° 8, 2^e fascicule (août 1887), de la Commission internationale du Congrès.

M. Kowalski. J'ai pour mission, messieurs, de résumer les renseignements recueillis par la Commission internationale sur la question des traverses métalliques.

Vous avez, probablement, pris connaissance de l'exposé que j'ai fait de cette question; néanmoins, je crois utile d'en présenter un résumé qui puisse servir de base à la discussion.

Le premier document qu'a reçu la Commission internationale est un rapport, avec dessins, de la *Compagnie des chemins de fer de l'État néerlandais*. Ce rapport est très développé. En voici les points principaux :

Le modèle auquel la Compagnie s'est arrêtée est celui étudié par son ingénieur de la voie, M. Post. Cette traverse rentre dans le type II (auge renversée) ⁽¹⁾. Elle présente normalement, sauf certaines modifications que la pratique amène à y introduire, suivant les types de voies auxquels on l'applique, les dispositions suivantes :

Matière : Acier doux;

Forme : Section en U renversé à profil et épaisseur variables, bouts rabattus;

Longueur : 2^m55 à 2^m65;

Poids : 50 à 55 kilogrammes;

Attaches : Boulons et crapauds en acier avec plaques ou boulons excentrés donnant de 0 à 16 millimètres de surécartement; anneaux ressorts interposés entre les boulons et les crapauds. Le poids des attaches est de 3*500;

Conditions de la pose : 10 traverses par longueur de rail de 9 mètres ou 13 par rail de 12 mètres; rails pesant 38*7, 38 et 40 kilogrammes par mètre courant;

Ballast : en sable, cendrée et gravier;

Poids des locomotives : 50 tonnes et 68 tonnes; charge maxima sur un essieu, 13*9; vitesse maxima des trains, 75 kilomètres à l'heure;

(1) Voir le numéro de février 1886 de la *Revue générale des chemins de fer* : « Note sur l'emploi des traverses métalliques. »

Rayon minimum : 350 mètres ;

Déclivité maxima : 16 millimètres ;

Prix des traverses : 110 francs la tonne à l'usine, soit 5 fr. 50 c. à 6 francs par traverse et 1 franc pour les attaches.

Les résultats pratiques obtenus avec les traverses posées dans ces conditions sont énoncés dans la note de la Compagnie de l'État néerlandais, sous forme de tableaux statistiques détaillés qui peuvent se résumer comme suit :

1° L'entretien proprement dit des voies sur traverses métalliques est *moins onéreux* que celui des voies sur traverses en bois, surtout après les deux ou trois premières années; la Compagnie estime qu'après trois années de consolidation, une équipe de 4 hommes peut, en travaillant 250 jours par an, et consacrant par suite 50 jours à d'autres travaux, entretenir dans de bonnes conditions 8 kilomètres de voie courante sur traverses Post;

2° La stabilité est plus grande; l'inclinaison et l'écartement des rails se maintiennent plus réguliers;

3° Le déplacement latéral ne se produit pas quand les traverses sont fermées aux extrémités;

4° L'acier doux se prête mieux à la fabrication des traverses métalliques que le fer laminé; la Compagnie juge utile de recuire ses traverses après l'emboutissage des bouts, sans cependant que ce soit considéré comme indispensable;

5° Les joints chevauchés et en porte-à-faux donnent de bons résultats;

6° Le ballast s'incrute dans la cuve renversée qui forme l'intérieur de la traverse, notamment au droit de l'appui des rails, et constitue un noyau qui en augmente la masse.

Telles sont en résumé, messieurs, les conclusions de la Compagnie des chemins de fer de l'État néerlandais. Comme vous le savez, cette Compagnie est grand partisan de l'emploi des traverses métalliques. Il y a plus de vingt ans, elle a placé, sur la ligne de Deventer-Zwolle, 10,000 traverses du système Cosijns et elle en a obtenu de bons résultats; après vingt-deux ans de pose, il en reste encore dans la voie 9,547, soit 95 1/2 p. c.

La *Compagnie de l'Est français* a envoyé quelques renseignements sur un système de traverses métalliques, imaginé par M. Guillaume, ingénieur principal du matériel fixe de la Compagnie. Elle vient d'en commencer l'expérimentation.

Cette traverse se compose d'un fer en U recourbé vers le bas, à ses deux extrémités, pour augmenter la résistance au déplacement latéral. Elle rentre dans le type III (forme prismatique régulière) ⁽¹⁾. Le rail repose sur les traverses par l'intermédiaire de coins en bois comprimé qui donnent l'inclinaison d'un vingtième; il est fixé par des agrafes en acier qui s'engagent dans les parois verticales de la traverse. Ces agrafes peuvent être enlevées de manière à permettre de retirer une traverse sans toucher au rail.

La traverse proprement dite pèse 78 kilogrammes; les attaches, 8*400; ensemble, 86*408.

L'expérience entreprise par la Compagnie de l'Est français est encore de trop courte durée pour permettre de formuler une conclusion définitive et surtout de chiffrer les dépenses d'entretien comparativement à celles des voies sur traverses en bois. Néanmoins, on peut déjà affirmer que les résultats généraux sont satisfaisants: la voie est solide, stable et n'a pas exigé de soins spéciaux. Les avantages que la Compagnie reconnaît à ce système de traverse sont les suivants :

- 1° La surface d'appui sur le ballast est placée très bas;
- 2° Elle est plane et convient à toute espèce de ballast;
- 3° Il n'y a pas contact entre le patin du rail et le métal de la traverse, ce qui évite le ferraillement;
- 4° Le système d'attache est simple et ne nécessite ni rivets ni boulons.

La compagnie de l'Est français estime toutefois qu'en raison de la grande durée qu'elle obtient de ses traverses en chêne créosoté, — durée qu'elle croit pouvoir évaluer à vingt-cinq ans, — la substitution du métal au bois ne présentera pas actuellement pour elle d'avantages bien appréciables ⁽²⁾.

Le troisième document remis à la Commission est une note de l'Administration des *chemins de fer de l'État belge*.

Vous savez, messieurs, que cette Administration a fait l'essai de divers systèmes de traverses métalliques et que les résultats qu'elle en avait obtenus n'étaient pas, jusqu'à présent, très satisfaisants; en sorte que les conclusions de la note de

(1) Voir le numéro de février 1886 de la *Revue générale des chemins de fer* : « Note sur l'emploi des traverses métalliques. »

(2) Il est à remarquer que la traverse de la Compagnie de l'Est ressemble dans son principe à celle de Cosijns, employée avec succès par la Compagnie de l'État néerlandais depuis 1865, sur laquelle elle présente toutefois d'importants perfectionnements.

l'État belge ne sont pas favorables à ce genre de traverse. Néanmoins, l'Administration des chemins de fer continue ses expériences et elle a récemment encore décidé la mise à l'essai de 75,000 traverses de trois types nouveaux : 35,000 du système Post ancien; 35,000 du système de M. Braet, ingénieur des voies et travaux aux chemins de fer de l'État belge, et 5,000 du système de M. Bernard, ingénieur de la voie au chemin de fer du Nord (lignes Nord-belges).

Le quatrième document envoyé à la Commission internationale a une importance particulière : c'est un travail fait par M. Bricka, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef de la voie et des bâtiments aux *chemins de fer de l'État français*, à la suite d'une mission qu'il a accomplie dans les divers pays qui emploient plus ou moins les traverses métalliques. Ce travail est très étendu ; il embrasse tous les points qui se rattachent à la question des voies métalliques sur longrines ou sur traverses. Je ne rappellerai que les parties qui se rapportent à la question des traverses.

Les avantages que M. Bricka reconnaît à la voie posée sur traverses métalliques sont les suivants :

« La voie sur traverses métalliques est le seul système de voie qui ait subi avec succès une expérience prolongée. On peut aujourd'hui considérer ce succès comme complet, et la substitution du métal au bois ne dépend plus, en réalité, que du rapport de leur prix. »

M. Bricka traite aussi la question des attaches du rail sur les traverses et il joint à son rapport un atlas contenant 35 planches de tous les systèmes qu'il a étudiés.

En ce qui concerne les dépenses d'entretien et de renouvellement, M. Bricka constate que « les traverses en acier doux, résistant à la rouille et ne s'usant pas sous le patin du rail, ne périront vraisemblablement que par les trous des attaches ; l'expérience des chemins de fer de l'État néerlandais, où 95 p. c. des traverses posées en 1865 sont encore en service, et celle de la ligne d'Alger à Oran, où, depuis dix-neuf ans, on n'a remplacé que 3 1/2 p. c. de traverses Vautherin en fer d'un modèle très primitif, permettent d'évaluer à trente ans, au minimum, la durée moyenne des traverses métalliques.

« En admettant cette durée et celle de quinze ans pour les traverses en chêne comme point de départ, en négligeant le prix de la traverse en bois hors de service et comptant celle de la traverse métallique à 40 p. c. de sa valeur primi-

tive, enfin en prenant 160 francs par tonne pour le prix des traverses métalliques et 5 fr. 50 c. pour le prix des traverses en chêne, M. Bricka établit que la dépense de renouvellement des traverses en acier pesant 56 kilogrammes équivaut à celle du renouvellement des traverses en chêne. »

Quant à la main-d'œuvre d'entretien, M. Bricka estime qu'« avec des traverses d'un poids suffisant, du ballast de bonne qualité et un entretien bien fait, la voie sur traverses métalliques ne coûte pas plus cher d'entretien que la voie sur traverses en bois; elle coûtera certainement moins si l'on augmente son poids ».

M. Bricka résume ainsi les conditions que doit remplir une bonne traverse métallique :

- « *Métal* : Acier doux ;
- « *Forme* : Celle qui a reçu la consécration de l'expérience la plus longue est le type Vautherin ou ses dérivés (auge renversée fermée aux deux bouts);
- « *Largeur* : 22 à 23 centimètres au moins;
- « *Longueur* : 2^m50;
- « *Épaisseur* : 7 à 8 millimètres, 10 à l'aplomb du rail;
- « *Profil* : Droit avec inclinaison sous le rail au moyen d'un renforcement;
- « *Poids* : 50 kilogrammes au moins, et davantage sur les voies très fatiguées;
- « *Attaches* : Crapauds ou boulons. »

Les Compagnies auxquelles M. Bricka s'est adressé semblent ne pas avoir fait une grande différence entre les divers systèmes d'attaches : tous ceux qui ont été expérimentés jusqu'ici ont donné sensiblement les mêmes bons résultats.

Dans le dernier chapitre, M. Bricka formule ses conclusions au sujet de l'opportunité que présente, pour la France, l'emploi des traverses. Il est évident qu'en pareille matière on ne peut rien dire d'absolu et que, suivant les conditions de l'exploitation, la nature du terrain que traverse la voie, etc., etc., il convient de faire des études spéciales et de se rendre compte, par comparaison du prix de revient de la traverse métallique et de la traverse en bois, de l'avantage qu'il peut y avoir à employer l'un ou l'autre des systèmes.

Pour compléter les renseignements envoyés à la Commission du Congrès, j'avais adressé aux Compagnies de chemins de fer qui emploient des traverses métalliques un questionnaire dont la plupart d'entre vous, messieurs, ont eu connaissance; toutes les Compagnies m'ont répondu, et j'ai réuni leurs réponses dans un tableau qui forme l'annexe A de mon exposé ⁽¹⁾. Il serait difficile d'en faire un

(1) Voir le *Bulletin*, vol. I, n° 8, 2° fasc., p. 654.

résumé; mais je pense, messieurs, que vous y puiserez d'utiles indications pour la discussion.

J'ai donné également, dans un exposé, un tableau des applications nouvelles faites ou décidées depuis le Congrès de Bruxelles, soit à titre d'essai de systèmes nouveaux, soit comme extension d'un emploi antérieur ⁽¹⁾.

En totalisant les chiffres, on constate que 700,000 traverses, à ma connaissance, ont été mises en œuvre ou commandées depuis deux ans. Il y a là évidemment une preuve de l'intérêt qui s'attache à la question. Je viens d'apprendre que l'Administration Jura-Berne-Lucerne a posé 15,000 traverses métalliques sur ses lignes anciennes à écartement normal et qu'elle en posera 50,000 sur la ligne en construction du Brünig, à voie de un mètre et avec parties à crémaillère.

Pour cette dernière ligne, elle n'a, toutefois, pas renoncé complètement aux traverses en bois et, dans les parties où il y a des remblais insuffisamment assis, elle a conservé ces sortes de traverses. Ceci concorde avec l'observation qui termine mon exposé et à laquelle j'attache une grande importance. Lorsqu'on a affaire à de mauvais terrains à remblais insuffisamment tassés, l'expérience prouve qu'il est mauvais d'employer des traverses ayant la forme d'auges renversées. Dans ces conditions, ces traverses se vidant et perdent ainsi tous les avantages qu'elles présentent dans de bons terrains.

La communication qui a été faite par M. Hohenegger a trait à la voie sur longrines ⁽²⁾. Je me demande s'il est bien nécessaire que j'en parle, puisque nous nous occupons de la voie sur traverses. Qu'il me suffise de dire que, d'après M. Hohenegger, les résultats qu'il a constatés, de 1877 à 1881, sur son chemin de fer, dont la voie est établie sur longrines, se traduisent en une économie sur les dépenses d'entretien et de renouvellement.

Il termine sa communication par la conclusion suivante :

« A mon avis, la voie sur longrines présente sous le rapport statique ce qu'il y a de plus parfait dans ce que l'on cherche pour la superstructure des chemins de fer, car sa résistance contre la charge et contre le déplacement latéral des rails est bien plus forte que pour la voie sur traverses.

« C'est ce qui est pleinement démontré par l'expérience acquise pour les systèmes précédents sur le chemin de fer Nord-Ouest autrichien, car, pendant les

(1) Voir le *Bulletin*, vol. I, n° 8, 2^e fasc., p. 649.

(2) Voir « 5^e note sur la question des traverses métalliques », par M. Hohenegger. *Bulletin*, vol. I, n° 9, 2^e fasc., p. 1166.

dix années qu'a duré l'expérience sur toutes les voies pourvues de la superstructure à longrines, il n'y a pas eu un seul bris de rail; l'étranglement et le déplacement de la voie dans les courbes raides ont totalement cessé, grâce à la résistance cinq fois plus grande de la longrine contre le déplacement latéral; le roulement est beaucoup plus doux que sur les meilleures voies à superstructure en bois; le danger d'un déraillement est presque impossible, parce que le rail, fixé sur la longrine, ne peut céder d'aucun côté, puisque non seulement la semelle du rail est maintenue immobile par des plaques de serrage cunéiformes, mais parce que les têtes des rails sont serrées à leurs extrémités dans des éclisses de serrage cunéiformes, qui transmettent immédiatement sur les longrines toute pression latérale exercée sur la tête du rail. »

M. Hohenegger ne s'explique pas, dans sa note, sur la plupart des inconvénients reconnus par certaines Administrations qui ont fait l'essai de voies sur longrines. Mais, je le répète, la communication, si intéressante qu'elle soit, ne me paraît pas rentrer dans la question posée et qui a trait aux voies sur traverses métalliques.

M. von Leber (Autriche). Je crois que nous n'avons pas, jusqu'à présent, exclu la voie métallique sur longrines; et il importe, je pense, de ne pas prononcer une telle exclusion. Dans les termes où la question est posée, nous ne sommes nullement obligés de ne nous occuper que de la traverse métallique et j'estime que nous devons échanger entre nous tous les renseignements que nous pouvons posséder sur tout système d'établissement de la voie.

M. le Président. Je crois, messieurs, que nous ne devons pas être trop formalistes; mais je ne crois pas pouvoir introduire officiellement d'autres questions que celles qui figurent au programme. M. Hohenegger sera parfaitement libre, en justifiant son opinion sur les traverses métalliques, de faire valoir des arguments tirés de l'emploi de la longrine; mais, officiellement, il y aurait des inconvénients à discuter maintenant la longrine, car c'est une question incidente. Cette observation me semble de nature à donner satisfaction à M. von Leber. Le meilleur argument contre la traverse métallique serait de prouver qu'il y a un système meilleur. Si M. Hohenegger peut faire cette preuve, il aura parfaitement atteint son but.

M. Kowalski. La question est posée en ces termes : « Quelles conclusions peut-on tirer, au double point de vue économique et technique, des derniers résultats obtenus *dans l'emploi des traverses métalliques?* » Par conséquent, si on veut

s'occuper de la longrine, ce ne peut être qu'à l'occasion de la discussion de la traverse métallique.

M. von Leber. Je l'ai bien compris ainsi.

M. Brière (*France*). Les longrines me semblent rentrer plutôt dans la sixième question, qui traite, en général, de l'influence des conditions d'établissement des voies ferrées à grande circulation sur les dépenses d'entretien. La pose sur longrines est une question d'établissement des voies ferrées. Par conséquent, si l'on veut traiter la question des longrines, c'est à propos de la sixième question plutôt que de la première qu'il faut le faire.

M. le Président. Je crois que l'assemblée est d'accord pour reconnaître que nous n'avons à discuter en ce moment que la seule question des résultats obtenus par l'emploi des traverses métalliques, mais que si, au cours du débat, un orateur est amené à parler des longrines, il est parfaitement libre de le faire. (*Assentiment.*)

M. Bricka (*France*). Nous avons fait récemment sur les chemins de fer de l'État, en France, des essais de traverses métalliques avec rails Vignole et avec rails à double champignon; pour ces derniers, nous avons employé tout simplement des coussinets en fonte. Les coussinets sont munis d'un talon qui s'encastre dans la table supérieure de la traverse et ils sont fixés au moyen de deux boulons. Dans ces conditions, l'attache au rail est excellente. Nous n'avons pas eu de coussinets cassés.

Il semble résulter de ce commencement d'essai qu'une voie sur traverse métallique peut se prêter aussi bien, quand les circonstances le demandent, à l'emploi d'un rail à double champignon avec coussinet en fonte, qu'à l'emploi d'un rail Vignole.

Ce renseignement me paraît assez intéressant, car je ne sache pas qu'on ait encore essayé l'emploi de coussinets en fonte sur traverses métalliques.

Nous avons cru devoir faire l'essai des traverses métalliques, avec rails à double champignon, parce que nous avons de grands approvisionnements de rails qui ne nous permettraient pas, actuellement, de changer notre type de voie; d'ailleurs un changement de cette nature est toujours chose grave et qui mérite une étude approfondie avant de recevoir une solution définitive.

M. Hohenegger (*Autriche*). Je tiens absolument à faire remarquer que M. Haarmann, qui, en Allemagne, a employé le coussinet en fonte sur traverses métalliques, en a obtenu de mauvais résultats, parce que la fonte est très lourde et

que, placée entre deux fers, elle détériore rapidement la traverse. Il y a substitué du fer laminé et s'en est mieux trouvé.

M. von Leber. Je ne prends pas la parole pour discuter la question des traverses métalliques; mais, comme elle est importante, je désire attirer l'attention de la section sur certains points qu'il me paraît intéressant de discuter.

Dans le rapport de M. Kowalski et dans d'autres documents, il est beaucoup question de la traverse du système Post. Ce système consiste à placer le rail directement sur la traverse, et à laminier celle-ci de telle façon qu'elle présente plus d'épaisseur à l'endroit où elle porte le rail. On supprime ainsi les plaques que l'on place généralement entre la traverse et le rail. Il serait intéressant d'avoir des renseignements sur les avantages ou les inconvénients de ce système.

Des ingénieurs sont d'avis que ce qu'il y a de mieux, c'est de placer le rail directement sur la traverse. D'autres, au contraire, prétendent qu'il faut nécessairement intercaler entre la traverse et le rail une pièce intermédiaire, parce que si l'on place le rail directement sur la traverse il se produit un frottement qui, en peu de temps, altère la traverse et rend le contact moins intime. Il serait intéressant de savoir quels résultats peuvent être invoqués à l'appui de ces deux systèmes.

M. le Président. Je crois aussi que c'est un des points qui méritent un examen tout spécial.

M. Bricka. Je dois faire remarquer que la traverse Post n'est pas la première traverse sans selle qui ait été expérimentée. En Allemagne, on n'emploie pas les selles pour donner l'inclinaison au rail : on coude la traverse aux deux extrémités, de sorte que la partie médiane est horizontale et que les deux parties extrêmes sont inclinées. Des essais de ce système se font depuis six à sept ans et l'opinion de la majorité des ingénieurs est qu'il ne se produit pas sensiblement d'usure entre le patin et le rail. Dans tous les cas, je ne crois pas que le système Post soit, à ce point de vue, une innovation : la nouveauté dans ce système consiste à supprimer les coudages de la traverse et à donner une plus grande épaisseur au droit du rail, ce qui permet une certaine usure avant que la traverse soit hors de service.

M. de Sytenko (Russie). La question des traverses métalliques est encore dans la période des essais et il serait extrêmement utile que chacun de nous fit part à la section du résultat des expériences qui se font dans son pays. Jusqu'ici, je n'ai

point vu qu'on se soit beaucoup préoccupé de l'influence de la qualité du ballast sur les lignes où les traverses métalliques ont été essayées. C'est cependant une des questions les plus importantes à envisager en cette matière. J'appelle l'attention de la section sur ce point.

D'après le règlement du Congrès, nous ne pouvons ni voter ni exprimer des vœux; mais ce que nous pouvons certainement, c'est exprimer des désirs. Eh bien, pour ma part, j'exprime ce désir que MM. les ingénieurs qui s'adonnent à l'étude des traverses métalliques ne négligent pas de se préoccuper de la qualité du ballast.

M. von Leber. Je demande pardon de reprendre la parole; mais j'y suis déterminé par l'observation finale de M. de Sytenko.

Il vient de rappeler qu'aux termes du règlement du Congrès, nous ne pouvons ni voter ni formuler des vœux. Il faut cependant s'entendre sur la portée de cette disposition.

Nous allons entendre différents orateurs qui nous apporteront des renseignements et développeront leurs idées sur les diverses questions portées au programme. Il faudra cependant bien que tout cela fasse l'objet d'un compte rendu. Or, si nous ne pouvons ni voter ni formuler des vœux, on nous force à jouer le rôle d'une locomotive qui ne transporte que le charbon qu'elle doit consommer elle-même.

Je ne crois pas qu'il doive en être ainsi.

A mon avis, quand la discussion sera épuisée sur chaque question, il conviendra qu'il en soit fait un résumé par notre honorable président; et si je le désigne plutôt qu'un autre membre, c'est que nous avons l'avantage de l'avoir connu au Congrès de Bruxelles et que nous savons combien il est apte à faire un tel travail.

Je crois donc qu'il conviendra de résumer nos débats sur chaque question dans un exposé qui, après avoir obtenu l'assentiment de la section, pourra être considéré comme l'expression des opinions qui auront été exprimées.

Il n'y aura ni vote ni vœu, mais on connaîtra notre avis et notre but sera atteint.

M. le Président. Vous venez, messieurs, d'entendre la proposition incidente de M. von Leber. Si personne n'y fait d'objection, il sera procédé comme il le propose : le débat terminé sur une question, votre président en fera un résumé

exprimant les opinions qui auront dominé dans la discussion. (*Assentiment*.)

Il en sera donc ainsi.

Nous reprenons la discussion.

M. Lebon (*Belgique*). Depuis un an et demi, nous avons placé, sur deux sections du réseau Grand Central Belge, 10,000 traverses métalliques d'un système breveté au nom des usines de Thy-le-Château. Ces traverses ont été posées dans des conditions défavorables sous le rapport de la qualité du ballast, qui laissait énormément à désirer, et sur un sol imparfaitement tassé, puisqu'elles font partie d'un système de voie avec joints ou porte-à-faux substitué à une ancienne pose avec joints appuyés. Malgré ces circonstances peu avantageuses pour une voie neuve sur traverses métalliques, nous avons pu constater déjà que la stabilité ne laissait rien à désirer.

Je ne parle pas des attaches, parce que l'expérience n'est pas assez concluante. Du reste, ce qu'il nous importait surtout de constater, c'est que la stabilité de la voie pouvait être obtenue aussi bien avec la traverse métallique mise à l'essai qu'avec des traverses en bois.

Les supports métalliques dont je parle pèsent 73 kilogrammes (attaches comprises) et ont, comme les traverses en bois, une longueur de 2^m60.

Nous attribuons les résultats favorables constatés jusqu'à présent à ce fait que nous avons pu, grâce au moment d'inertie suffisamment grand de la traverse dans chacune de ses sections, pratiquer sur presque toute sa longueur un bourrage réellement intensif; les pressions ont ainsi été réparties sur de grandes surfaces de ballast et de sous-sol et la résistance au déplacement transversal a été accrue.

En ce qui concerne le coût de la main-d'œuvre d'entretien pour le bourrage et le dressage, je dirai qu'il n'a pas dépassé 17 centimes par jour-kilomètre; c'est un chiffre qui est le résultat d'attachements pris très consciencieusement.

Je crois qu'une voie sur traverses en bois posée dans les mêmes conditions que celle dont je viens de parler eût coûté davantage comme entretien.

M. Mantegazza (*Italie*). Je crois que la question des traverses métalliques doit être envisagée également au point de vue des attaches, attendu que les attaches sont plus fermes avec des traverses métalliques qu'avec des traverses en bois.

En Italie, nous n'avons pas encore établi les traverses métalliques sur une grande étendue; mais les essais que nous en avons faits depuis une dizaine d'années ont prouvé que ces traverses se comportent fort bien.

Quant au ballast, je crois qu'un système de traverse métallique ne pourra jamais être considéré comme bon et pratique, s'il n'est pas étudié de manière à n'exiger ni ballast spécial, ni travaux spéciaux de drainage; le système doit pouvoir être employé même avec des ballasts de qualité inférieure.

M. Siegler (France). La question de la qualité du sous-sol et du ballast n'est pas moins importante pour la traverse métallique que pour la traverse en bois. Il serait intéressant d'étudier le point de savoir comment la traverse métallique se comporterait avec un ballast de qualité médiocre ou mauvaise, avec un sous-sol mal assaini, dans des tranchées où l'écoulement des eaux se fait difficilement ou sur des remblais insuffisamment tassés.

Des essais ont-ils été faits dans ces conditions et quels en ont été les résultats? Je crois que c'est dans de telles conditions que les traverses métalliques n'ont pas réussi en Allemagne. C'est aux chefs de service qui mettent des traverses métalliques en œuvre de recueillir des renseignements sur ces divers points.

M. le Président. Ces questions ont évidemment une grande importance et méritent un sérieux examen. Mais il en est une autre qui mériterait bien aussi d'être discutée : c'est celle des métaux. On paraît généralement d'accord sur la supériorité de l'acier doux; cependant, messieurs, si vous vouliez que votre président fit un résumé complet du débat que soulève la question posée, il serait bon que des avis fussent exprimés sur la nature des métaux auxquels il convient de donner la préférence.

M. Hohenegger. Je n'ai pas personnellement une grande expérience des traverses métalliques et je ne saurais apporter beaucoup de lumière sur ce point; mais je vous demande la permission de vous entretenir quelques instants des longrines.

Nous avons employé, depuis plus de dix ans, des longrines sur le grand réseau en Bohême et particulièrement sur des lignes où circulent des trains à grande vitesse; pour le ballast, nous nous sommes servis de toute espèce de matériaux, depuis le sable fin jusqu'au caillou de basalte, en ayant soin seulement de nous assurer si le sous-sol était bien assaini. Ce point est très important, car si le sous-sol est mal séché, la traverse métallique ne s'y comportera pas mieux que les traverses en bois.

M. Bernard (Belgique). On vient de poser la question de savoir quel est le meilleur ballast à employer pour la traverse métallique. Je crois que le ballast

qui convient le mieux à cette traverse est celui reconnu le meilleur pour la traverse en bois elle-même.

Cela m'amène à parler de la forme de la traverse. Doit-elle être concave? Le ballast moulé sous une traverse de cette forme présente-t-il un point d'appui suffisant à la charge qui pèse sur le rail? Quel est l'ingénieur qui songerait à établir une construction sur un terrain réglé en forme de dôme? Évidemment, la traverse métallique trouvera sur le ballast une assise plus solide, si sa base est plane et horizontale.

Doit-on employer le fer ou l'acier doux, dit métal homogène, pour la fabrication des traverses métalliques? Déjà lors des premiers essais des traverses métalliques faits par l'État belge, on a employé le fer et ces essais n'ont pas réussi, principalement parce que ces fers se fendaient longitudinalement dans le sens du laminage. Le fait vient d'être démontré de nouveau dans les essais faits par la même Administration à la fin de 1885. Dans 5,000 traverses fabriquées partie en fer et partie en acier, l'acier est resté partout parfaitement intact, tandis que dans un certain nombre de traverses il s'est produit, dans les pièces en fer, des fentes longitudinales démontrant le peu de cohésion de ce métal, dans le sens transversal, pour de faibles épaisseurs. La question ne peut donc plus être douteuse : c'est l'acier doux ou métal homogène qu'il faut employer pour la fabrication des traverses métalliques, si on ne veut pas arriver à des épaisseurs exagérées.

Je dois signaler un point qui n'a pas encore été étudié et qui cependant a une importance capitale pour l'avenir des traverses métalliques.

Les inventeurs se sont proposé jusqu'à présent, en cherchant une traverse métallique, de créer une traverse ne coûtant pas plus cher que la traverse en bois. Cette dernière traverse présente, au rail, un point d'appui en réalité peu solide, et l'on doit donner au patin une largeur très grande par rapport à la hauteur. Sur une traverse métallique, avec de bonnes attaches, le rail trouve un point d'appui très solide et on peut doubler rapidement la résistance du rail en l'exhaussant de quelques centimètres, sans modifier le patin, et avec une légère augmentation de poids. Si, à ce rail, on applique des traverses métalliques ayant une large surface d'assise sur le ballast, on pourra les espacer davantage, à la condition de ne pas dépasser notablement la distance qui existe entre deux essieux consécutifs d'une machine, et obtenir ainsi une voie très solide et ne coûtant guère plus que la voie ordinaire sur traverses en bois. Une société, dirigée par des ingénieurs éminents, la Société nationale belge des chemins de fer vicinaux, est

entrée dans cette voie, et elle établit, en ce moment, une voie avec traverses métalliques à large base, plus espacées, et avec rails de 16 centimètres de hauteur, présentant un moment résistant double de celui de son rail primitif.

Il y a donc, dans cette idée, un avantage considérable pour la traverse métallique.

M. Mantegazza. Je ne suis point de l'avis de l'orateur qui vient de parler en ce qui concerne la question du rail.

Il ne faut pas perdre de vue que la voie doit satisfaire aujourd'hui à des exigences qui n'existaient pas autrefois : les machines sont plus lourdes, la vitesse est plus grande et, par conséquent, la fatigue a beaucoup augmenté. Or, ce serait un très mauvais calcul que de chercher à faire des économies soit sur le poids du rail, soit sur le nombre ou le poids des traverses. Il y a, sous ce rapport, un minimum au-dessous duquel il n'est pas possible de descendre si l'on veut donner à la voie la stabilité voulue, et la stabilité dépend surtout des traverses.

M. Bernard. La stabilité de la voie dépend du rail et de la traverse. Plus le moment résistant du rail est grand, plus il répartit également le poids sur les traverses. Plus la traverse est large, plus elle présente, à la charge, un point d'appui solide. Plus elle est lourde, plus les vibrations qui détruisent la voie sont atténuées. On comprend donc que l'on peut obtenir une voie plus stable au moyen de traverses lourdes, d'une large surface d'assise, plus espacées, mais surmontées d'un rail surhaussé, auquel on peut donner, au moyen d'une faible augmentation de poids, un moment résistant plus grand que celui du rail posé dans la voie ordinaire sur des traverses moins espacées.

M. Grierson (*Grande-Bretagne*). Il semble résulter des observations qui viennent d'être échangées que la question des traverses métalliques serait résolue et qu'il serait généralement admis qu'elles doivent remplacer les traverses en bois. Or, je voudrais savoir — et cette observation a été déjà faite au Congrès de Bruxelles — si telle est l'opinion dominante. Je puis dire, pour ma part, que cette opinion n'est point partagée par beaucoup d'ingénieurs anglais. Par conséquent, il serait excessif de prétendre que la question est complètement résolue.

J'ai une autre observation de détail à présenter. J'ai entendu dire, à propos de la traverse Post, qu'un de ses grands avantages était qu'on pouvait la bourrer sur toute sa longueur, ce que ne permet pas la traverse en bois. Je n'entends pas

condamner la traverse Post; cependant, je ne puis pas admettre qu'elle ait une section suffisante pour résister à la pression d'une roue de locomotive qui aujourd'hui pèse jusqu'à 14 tonnes. Par conséquent, je me demande si, quand la traverse aura à porter un pareil poids, elle ne sera pas exposée à se briser par le milieu.

J'ai aussi quelques observations à présenter à M. Bernard. Il propose, pour mieux assurer la stabilité de la voie, d'augmenter la hauteur du rail. Je crains, pour ma part, qu'on n'arrive ainsi à augmenter les efforts latéraux qui tendent à renverser le rail; et comme l'augmentation de rigidité que M. Bernard demande à une augmentation d'inertie ne correspond pas toujours à l'augmentation de la hauteur du patin, j'ai peur qu'il n'en résulte un effet de renversement.

Maintenant, les avantages de la traverse métallique sont-ils bien établis? Je ne le pense pas. On a souvent comparé le rail à une poutre horizontale qui est placée sur plusieurs appuis et qui supporte le poids du train. Or, cette hypothèse est loin de concorder avec les conditions de la pratique. Il n'arrive presque jamais que les appuis soient de niveau, et comme il suffit de quelques millimètres pour que le travail de la pièce se modifie, les résultats des calculs sont le plus souvent infirmés. Il y aurait donc de sérieux inconvénients à augmenter l'épaisseur des traverses comme si le rail était un véritable pont.

La stabilité de la voie ne dépend pas tant de la lourdeur de la traverse que de la rigidité du rail, car le défaut de rigidité du rail a pour effet des oscillations qui agissent sur la traverse elle-même et nuisent à sa stabilité.

M. Brière. On vient de débattre une question qui, en effet, aurait dû être examinée avant toute autre, celle de savoir s'il est bien avéré que la traverse métallique doit être substituée à la traverse en bois. Cette question me paraît très grave. Il semble que tout le monde soit d'accord pour reconnaître que la traverse métallique doit, dans un délai assez court, remplacer la traverse en bois. Or, je me permets d'avoir une opinion moins absolue.

L'intérêt de la métallurgie n'est pas étranger à la solution de cette question; mais, comme nous sommes ici non des métallurgistes, mais des ingénieurs de chemins de fer, cet intérêt n'a, pour nous, qu'une importance tout à fait accessoire.

Au point de vue du chemin de fer, il est bien certain que la question de la substitution des traverses métalliques aux traverses en bois n'est pas aussi résolue qu'on pourrait le croire. Des mémoires qui ont été rédigés sur cette question nous ont été résumés par M. Kowalski et il résulte du travail de M. Bricka qu'on a trouvé une traverse métallique qui donne toute satisfaction. Je ne le mets pas en

doute, mais il n'est pas contestable cependant que beaucoup de points sont encore obscurs qui devraient être élucidés.

Un des précédents orateurs a exprimé l'avis que les attaches n'étaient pas mauvaises, mais qu'elles avaient besoin d'être perfectionnées. Notre honorable président s'est, il me semble, prononcé tout à l'heure dans le même sens. D'autre part, les personnes qui comparent la traverse métallique à la traverse en bois sont bien obligées de reconnaître que la question économique joue ici un rôle important. On a fait, à ce sujet, des calculs dans lesquels le poids de la traverse a figuré comme un des éléments essentiels. C'est encore un point sur lequel on est loin d'être d'accord : il y a une tendance à augmenter fortement ce poids, qui, de 50 kilogrammes qu'il était primitivement, a été porté à 60, à 70 et même jusqu'à 80 kilogrammes. Je crois qu'on a raison d'employer des traverses lourdes, mais encore faut-il tenir compte de ce facteur dans les comparaisons entre les traverses métalliques et les traverses en bois. On ne peut donc pas encore fixer le prix de la traverse métallique, puisqu'on n'est pas d'accord sur le poids; mais il est une considération très importante sur laquelle, messieurs, je désire attirer votre attention : je veux parler de la durée bien différente de la traverse métallique et de la traverse en bois.

D'après M. Bricka, il y aurait équilibre si l'on admettait pour la traverse métallique une durée de trente ans. Mais il est des ingénieurs qui assignent à la traverse métallique une durée d'au moins cinquante ans. Quant à moi, je ne pense pas que cette traverse puisse être conservée même pendant trente ans; non pas que je croie qu'avant l'expiration de cette période la traverse se détériore au point de devoir être retirée de la voie, mais parce que le système adopté aujourd'hui aura été perfectionné et que de nouveaux modèles seront substitués au type primitif; parce que, d'autre part, les attaches seront modifiées et que les nouvelles nécessiteront le remplacement des traverses.

Trente années dans la vie des chemins de fer, c'est bien long, et si nous en jugeons par le passé, que de changements et de progrès ne verrons-nous pas dans l'avenir! Reculez, par la pensée, de trente années en arrière, et jugez par là de ce que seront les chemins de fer dans trente ou cinquante ans.

Il est donc bien téméraire de baser des calculs comparatifs sur la durée probable des traverses métalliques.

Quoi qu'il en soit, c'est là un élément de la question dont les Compagnies feront bien de se préoccuper.

Certes, je ne suis pas un rétrograde, comme on pourrait le croire; mais

encore faut-il agir avec prudence, et ne pas oublier que le moindre changement de modèle peut se traduire en une dépense souvent considérable. Par conséquent, sans être l'adversaire de la traverse en acier, tout en reconnaissant que là est peut-être le progrès et qu'il faut s'en occuper, tout en admettant avec M. Bricka que la période des petits essais est passée et qu'il faut en venir aux expériences en grand, c'est-à-dire sur des étendues d'au moins 15 kilomètres, je crois qu'on ne peut pas dire, d'une façon absolue, que la traverse en bois est condamnée.

C'est la seule réserve que je tenais à faire. Il importe que tous nous agissions avec une prudence extrême avant de prendre un parti définitif sur la question des traverses métalliques.

M. Kowalski. Je ne crois pas qu'on puisse inférer de la discussion qui vient d'avoir lieu ni des documents communiqués sur la question par la Commission internationale que la traverse en bois aurait été condamnée, ou que la traverse métallique devrait lui être préférée.

La traverse en bois a et conservera ses avantages dans certaines conditions données, comme il est d'autres conditions dans lesquelles la traverse métallique sera préférable.

M. Brière. C'est incontestable.

M. Kowalski. Ainsi, j'ai cité, dans une note jointe à mon rapport, ce fait qu'au Sénégal, des traverses en chêne du Nord, de bonne qualité, ont été détruites par les termites en moins de trois mois ; ces insectes enlèvent tout l'intérieur de la traverse et n'en laissent subsister qu'une enveloppe de un ou deux centimètres d'épaisseur. Il a été constaté que, dans d'autres contrées, les traverses en bois n'avaient qu'une courte durée. On comprend que là on s'occupe de remplacer ces traverses par des traverses métalliques.

Faut-il s'abstenir de les employer là où elles sont jugées nécessaires parce qu'il est vraisemblable que, d'ici à quelques années, on aura trouvé des types meilleurs que les modèles actuels ? Mais, à ce compte-là, on devrait s'abstenir de toute innovation.

Maintenant, dans quelle mesure faut-il faire les essais ? C'est là une question qu'il faut abandonner à chaque exploitation de chemin de fer. De même qu'il n'a pas été dit, d'une façon absolue, que les traverses métalliques sont préférables aux traverses en bois, de même il ne faut pas condamner les essais qui se font de ce genre de traverse.

M. Brière. Ce n'est pas ce que j'ai voulu dire. Au contraire, j'ai dit que je suis partisan d'essais, et même d'essais sur une grande étendue. Seulement, j'ai dit aussi qu'il faut être prudent; et si j'ai cru devoir insister sur ce point, c'est qu'il m'a semblé qu'on ne s'était pas suffisamment préoccupé des conséquences financières considérables qui peuvent résulter du moindre changement de modèle.

M. Bricka. Je suis, comme M. Kowalski, d'avis qu'on ne peut pas dire que la traverse en bois soit condamnée. Car, en admettant que la traverse métallique soit jugée supérieure à raison d'une durée plus longue, il resterait toujours à considérer la question du prix de revient.

Mais il est deux points du discours de M. Brière sur lesquels je dois revenir. Le premier a trait au poids de la traverse. M. Brière a dit qu'il y a une tendance à augmenter sans cesse le poids de la traverse et qu'on ne sait pas où l'on s'arrêtera. Il est cependant facile de reconnaître la cause de ces augmentations successives de poids et de voir où elles peuvent s'arrêter.

Les traverses en bois ont des dimensions que l'expérience a déterminées : elles ne doivent pas avoir moins de 22 à 23 centimètres de largeur et 2^m40 à 2^m50 de longueur. Eh bien, tant que les traverses métalliques n'ont pas eu ces dimensions, leur assiette a été forcément inférieure à celle des traverses en bois. En donnant aux traverses métalliques les dimensions de ces dernières, on arrive à leur donner un poids qui se rapproche de 60 kilogrammes. C'est seulement avec ce poids qu'on arrive à donner à la traverse métallique la base qu'a la traverse en bois.

Je dois relever un second point du discours de M. Brière. On attribue, a-t-il dit, une durée de trente années aux traverses métalliques; or, trente années sont une bien longue période en fait de chemin de fer; il n'y a pas de type qui ait résisté aussi longtemps sans subir de modification. Cela est parfaitement vrai, si l'on se place au point de vue d'un type définitif; mais les modifications qu'amène le progrès n'ont pas, en matière de voie, pour effet la suppression et le remplacement de tout ce qui existe, et lors de la réfection complète d'une voie usée, on n'enlève pas indistinctement tous les vieux matériaux quand ils peuvent encore servir. Il y a d'ailleurs bien plus de trente ans qu'on emploie les traverses en bois avec leurs dimensions actuelles.

Il faudrait donc que les conditions de l'exploitation fussent profondément modifiées pour qu'il fallût changer complètement une voie. Mais de telles modifications, on ne peut les prévoir d'une manière générale. Par conséquent, on ne doit pas considérer la durée de trente ans comme une chose effrayante : toutes les traverses

que l'on pose ont chance d'être revisées avant la fin de cette durée, sans qu'on doive les retirer de la voie avant d'être usées.

Je considère d'ailleurs aussi que l'emploi du fer n'est pas la condamnation du bois; c'est toujours une question de comparaison de prix de revient en même temps qu'une question de supplément de sécurité que peut donner la traverse en métal.

M. Derote (Belgique). On pourrait, ce me semble, rétorquer l'argument de M. Bricka par ce fait qu'il y a plusieurs années qu'on s'occupe des traverses métalliques et qu'on en est encore à se demander s'il faut les employer. Dans la pratique, les transformations des types sont loin de se succéder aussi promptement que le prévoit M. Bricka.

M. Mantegazza. Nous sommes sortis un peu de notre programme, qui est essentiellement un programme technique. Nos conclusions doivent être techniques: il s'agit de savoir si l'on peut obtenir des traverses métalliques la même stabilité que des traverses en bois. Toutes les autres questions sont des questions d'application. Je crois que nous devrions nous en tenir strictement à la question technique.

M. Kowalski. L'observation que viennent de présenter M. Mantegazza et M. Derote nous ramène un peu en arrière. La question que nous avons à discuter n'est pas précisément telle que ces messieurs viennent de la résumer. Voici comment elle est libellée dans le programme: « Quelles conclusions peut-on tirer, au double point de vue économique et technique, des derniers résultats obtenus dans l'emploi des traverses métalliques? »

Ce qu'on demande donc aux ingénieurs qui ont étudié la question des traverses métalliques, c'est de faire connaître les résultats qu'ils ont obtenus de l'emploi de ces traverses depuis le Congrès de Bruxelles.

Sans vouloir, de parti pris, faire l'éloge de la traverse métallique, il est bon de rappeler que l'avis du Congrès de Bruxelles a été favorable, en principe, à ce genre de traverse et qu'il a formulé en ces termes des conclusions qui ont résumé la discussion de la question:

« Le Congrès est d'avis que les voies sur traverses métalliques, considérées au point de vue technique, peuvent soutenir la concurrence des voies sur traverses en bois, aussi bien sur les lignes les plus fatiguées que sur celles qui le sont moins. »

Voilà, messieurs, l'avis qui a été exprimé il y a deux ans; et je ne pense pas que l'on songe à revenir aujourd'hui au point de départ.

Les conclusions votées il y a deux ans ajoutent :

« Le Congrès est aussi d'avis qu'au point de vue financier, cette concurrence est
« encore possible, mais qu'il y a lieu, dans chaque cas particulier, de faire une
« comparaison entre les deux types de voies, en tenant compte du prix des maté-
« riaux, du coût de la main-d'œuvre d'entretien et de la durée probable de ces
« matériaux. Le résultat de la comparaison montrera à quel type de voie il faut
« se rallier. »

Voilà où nous en étions il y a deux ans.

Maintenant, ce qu'il est intéressant de constater, ce sont les résultats des expériences nouvelles; et, sous ce rapport, j'ai entendu avec plaisir les renseignements qui nous ont été fournis tout à l'heure par M. Lebon.

M. le Président. Je viens de recevoir la note de M. Hohenegger, traduite en français; elle sera distribuée aux membres de la section.

M. de Sytenko. Je vous demande pardon, messieurs, de revenir encore sur la question que j'ai déjà posée. Du moment que la question des traverses métalliques est encore dans la période des études et des essais, il est indispensable de connaître tous les facteurs qui influent sur la stabilité et sur le bon entretien de la voie en employant la traverse métallique. Malheureusement, je ne puis pas être de l'avis d'un des orateurs qui m'ont précédé et qui estime que le ballast n'est pas un de ces facteurs. Il en est au contraire l'un des plus importants.

Il y a ballast et ballast. Nous venons de parcourir certaines lignes des chemins de fer italiens, et tous nous avons admiré le ballast qu'on y a employé. Cependant, ce ballast ne doit pas être partout de qualité uniforme; mais, d'autre part aussi, je crois ne pas me tromper en disant qu'il y a des chemins de fer sur lesquels le ballast le meilleur est d'une qualité inférieure au moins bon dont il est fait usage ici. C'est pourquoi je soutiens qu'il est indispensable de donner des indications complètes sur la nature et la qualité du ballast.

Outre ce facteur, il y en a encore un autre qui n'est pas d'une importance moindre, parce qu'il est en relation avec la question économique : je veux parler de l'influence des traverses métalliques sur le matériel roulant.

Il serait, en effet, fort intéressant de savoir si les dépenses d'entretien du matériel roulant augmentent ou diminuent sur les voies pourvues de traverses métal-

liques. C'est là un point important qui ne saurait être négligé dans l'étude générale de la question.

Quelles que puissent être les qualités de la traverse métallique, il est incontestable qu'il est des circonstances où, pour des raisons purement économiques, il ne sera point possible d'en faire usage. Ainsi, chez nous, en Russie, le prix de la traverse de bois comparé à celui de la traverse métallique est dans la proportion de un à douze pour le sapin et de un à six pour le chêne. Il est évident que, dans de telles conditions, il se passera bien du temps encore avant que la traverse métallique puisse s'implanter dans nos contrées.

Toutefois, pour arriver à établir une comparaison de prix absolument exacte, il est indispensable de connaître tous les éléments que la pratique a pu réunir. Or, le but principal du Congrès est précisément de recueillir toutes les données tirées de la pratique. C'est pour cela que j'insiste encore une fois pour que notre section exprime le désir que les ingénieurs qui s'occupent de l'étude de l'emploi des traverses métalliques portent leur attention sur l'influence de ces traverses quant à l'entretien du matériel roulant.

M. Kowalski. La question que vient d'indiquer M. de Sytenko se trouve précisément dans le questionnaire que j'ai adressé aux diverses Compagnies de chemin de fer, et dans le tableau où j'ai résumé leurs réponses, vous trouverez déjà une partie des renseignements désirés. Ainsi, au 4^e se trouve la question : « Quels sont les résultats au point de vue de la conservation du matériel roulant ? » C'est ce qu'a demandé M. de Sytenko. Il résulte des réponses faites à cette question que l'emploi des traverses métalliques est aussi bon que celui des traverses en bois au point de vue de la conservation du matériel roulant.

M. de Sytenko. C'est une question générale; il faudrait une réponse plus précise, basée sur des chiffres.

M. Kowalski. Il est assez difficile de spécialiser la dépense d'entretien du matériel roulant sur des sections particulières.

M. de Sytenko. Ce n'est pas seulement difficile, mais même impossible, parce que la période d'essai n'a pas encore été assez longue. C'est pourquoi, pour le moment, aucune opinion formelle ne pourrait être encore exprimée. Lors du premier Congrès, qui a eu lieu il y a deux ans, la question des traverses métalliques n'était pas aussi avancée qu'aujourd'hui; et bien qu'elle soit encore loin d'être

résolue, nous voyons cependant, d'après le rapport de M. Kowalski, que des marchés assez importants ont été conclus.

J'ai soulevé la question avec le désir qu'elle éveille l'attention des ingénieurs et j'espère que, pour le prochain Congrès, nous aurons des éléments suffisants pour la résoudre.

M. le Président. Messieurs, je reçois à l'instant une communication dont je dois vous faire part. On me demande si nous pourrions arriver avant midi à une conclusion qui puisse être présentée cette après-midi en séance plénière. Dans la négative, cette séance n'aurait pas lieu et serait renvoyée à demain.

M. von Leber. Tout à l'heure, monsieur le Président, j'ai fait une proposition sur laquelle je crois devoir revenir. Connaissant votre grande complaisance et votre compétence particulière, j'ai cru pouvoir vous prier — et vous avez bien voulu accéder à cette demande — de vous charger de faire un résumé de nos discussions sur chaque question, résumé qui serait soumis à la section et pourrait ainsi être présenté à l'assemblée plénière comme l'expression des opinions qui auraient prévalu. Or, il me paraît impossible que, au point où en est arrivée la discussion de la première question de notre programme, un résumé puisse en être présenté aujourd'hui à l'assemblée générale. La réponse devra donc être négative.

M. le Président. La question est trop importante, en effet, pour que nous puissions en considérer la discussion comme terminée et arrêter, dès à présent, le résumé de nos débats. Ce résumé ne devra consister que dans un aperçu général des observations échangées, de manière à donner, en quelque sorte, la physionomie de nos débats.

Il pourra donc être fait dans un temps assez court; mais encore faut-il que toutes les opinions aient pu se produire pour que le résumé soit aussi fidèle que possible.

J'invite donc les membres qui auraient encore des observations à présenter à prendre la parole.

M. Dietler (Suisse). Je vais m'appliquer à répondre d'une façon aussi précise que possible à la question qui nous est posée.

Cette question est formulée comme suit : « Quelles conclusions peut-on tirer, au double point de vue économique et technique, des derniers résultats obtenus dans l'emploi des traverses métalliques? » Je regretterais que, par cette formule, on eût éliminé d'avance l'étude de la longrine en fer, et je doute que cela ait été

l'intention qu'on a eue en la posant. En allemand, le mot *traverse* se rend par le mot *schwelle*, qui comporte la traverse et la longrine, et il est probable que beaucoup d'entre nous ont interprété dans ce même sens l'expression française. Comme, d'ailleurs, nous nous trouvons encore dans la période d'étude pour ce qui concerne la voie métallique, on ne devrait pas exclure tout un système, ayant un emploi assez considérable tant en Allemagne qu'en Autriche.

La voie du Saint-Gothard a été construite à neuf entièrement sur des traverses en bois; mais depuis qu'on l'exploite, c'est-à-dire depuis le 1^{er} juin 1882, les réfections ont été pratiquées en majeure partie avec les traverses métalliques, et nous en sommes tellement satisfaits, tant sous le point de vue économique que sous le point de vue technique, que nous ne pensons guère à employer à l'avenir encore des traverses en bois. Nous avons commencé par un premier essai en été 1883. Il a été choisi pour ce but un bout de voie au milieu du grand tunnel, puis la section de voie entre Bellinzona et Giubiasco. Cette section devait être complètement reconstruite et recevoir la double voie. Alors nous avons établi l'une à côté de l'autre, en même temps et sous les mêmes conditions de ballast, et de consolidation de la plate-forme, une voie entièrement métallique et une voie de traverses en bois de chêne imprégnées, le tout sur une longueur de deux kilomètres et demi. Voici quelques résultats que nous avons pu constater : Dans une première période, du mois d'août 1883 jusqu'au mois de mars 1884, on a repassé deux fois chacune de ces voies et l'on a dépensé en main-d'œuvre, pour les dresser bien en alignement et en profil, pour la voie métallique, 1,181 fr. 80 c., soit 46 centimes par mètre courant, et pour la voie sur traverses en bois, 1,198 fr. 55 c., soit 47 centimes par mètre courant. Dans la période qui suivit immédiatement, c'est-à-dire du mois d'avril jusqu'à la fin de l'année, on a dépensé, pour le même but, 18 centimes par mètre courant de voie sur traverses en bois et 26 centimes par mètre courant de voie métallique. Au point de vue technique, il est à observer que l'écartement de la voie s'est maintenu d'une manière complètement satisfaisante sur la voie métallique, tandis qu'on a observé de légères altérations sur la voie sur traverses en bois.

Pour cette voie d'essai, on a employé le système de longrines du profil Hohenegger pour une longueur de 500 mètres, et pour le reste des traverses des différents systèmes, Vautherin, Hilf et Lazar. Pour les attaches, on s'est servi du système rhénan.

Depuis ce premier essai, nous avons continué le remplacement de la voie en bois par la voie sur traverses métalliques, et actuellement nous avons déjà environ

30 kilomètres des dernières. Pour le profil, nous avons choisi un système spécial « Kûpfer », qui est un système Hilf modifié, c'est-à-dire renforcé. La traverse pèse 54^k5. Les expériences que nous avons faites depuis confirment la thèse que, pour des voies très fatiguées, la voie métallique est préférable à la voie en bois, au point de vue de la sécurité du mouvement des trains surtout dans une période plus avancée de leur âge, et que dans cette période son entretien coûte moins que celui de la voie sur traverses en bois. Je fais la proposition formelle de répondre dans ce sens à la question qui nous est posée.

M. Ancion (Belgique). Messieurs, il résulte des explications qui viennent d'être échangées et notamment des renseignements donnés par M. Lebon, que comme stabilité et fixité, en un mot, qu'*au point de vue technique*, les voies sur traverses métalliques peuvent soutenir la comparaison avec les voies sur traverses en bois. Pour certaines lignes, pour le Gothard, par exemple, ainsi que cela a été dit tout à l'heure, les premières seraient même plus avantageuses.

Faut-il, dès lors, préférer la traverse métallique à la traverse en bois?

C'est là, messieurs, une question à laquelle il est impossible de répondre d'une manière générale et absolue. C'est là une question de fait, dont la solution variera suivant les circonstances et qu'il faudra examiner et résoudre dans chaque cas particulier.

Il est évident, en effet, que là où le bois est peu coûteux et le fer d'un prix élevé, la voie sur traverses en bois sera plus avantageuse que celle sur traverses métalliques. Le contraire sera vrai dans un pays où les constructions métalliques se font à bon marché, ou bien là où les conditions climatiques exercent une influence fâcheuse sur la durée du bois.

Le prix d'établissement des voies métalliques étant plus élevé que celui des voies sur traverses en bois, il y aura lieu de tenir compte de la situation financière des Compagnies, c'est-à-dire du taux d'intérêt des capitaux dont elles peuvent disposer.

Toutes autres conditions égales, telle entreprise de chemin de fer, qui emprunte à 3 1/2 p. c., comme l'État belge par exemple, pourra avoir avantage, au point de vue financier, à établir des voies métalliques, tandis que telle autre, dont les capitaux lui coûtent 4 1/2 à 5 p. c., sera dans une situation complètement différente.

Pour résoudre le problème — *au point de vue financier* — il est un élément essentiel à déterminer : c'est la durée des traverses métalliques.

Cette durée sera-t-elle inférieure ou supérieure à trente ans, terme que beaucoup d'ingénieurs sont disposés à admettre?

En supposant trente ans et en donnant d'autre part une durée de quinze ans aux traverses en chêne créosoté, il y aurait avantage pour l'État belge, dans les conditions actuelles du marché, à employer des traverses métalliques d'un poids normal de 70 à 80 kilogrammes.

Au point de vue financier, cette question de durée domine tout le débat; certains membres de cette assemblée pourraient peut-être nous donner des renseignements utiles à cet égard.

M. Brière. On vous répondra dans vingt ans. (*Hilarité*)...

M. Ancion. Vous oubliez que les traverses métalliques sont employées depuis vingt-deux ans sur le Néerlandais, et depuis un grand nombre d'années sur beaucoup d'autres lignes.

M. Brière.... J'ai l'air de dire une absurdité, et cependant c'est parfaitement sérieux. Dans vingt ans, les traverses qui auront quarante ans de service sont celles qui sont posées maintenant depuis vingt ans. Or, nous savons qu'à l'origine, elles ont été placées dans des conditions plus ou moins défectueuses, avec des attaches qui laissaient à désirer.

M. Kowalski. On ne peut pas dire cependant qu'elles ne valaient rien, puisqu'elles font un bon service depuis vingt ans.

M. Brière. Elles pouvaient suffire alors parce qu'elles étaient placées sur des voies où les trains ne circulaient pas avec la vitesse qu'ils ont aujourd'hui.

— L'heure étant avancée et le débat n'étant pas épuisé, il est décidé que la section se réunira l'après-midi.

— La séance est levée à midi.

Séance du 19 septembre (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. LOMMEL

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BARSANTI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. KOWALSKI

La séance est ouverte à 2 heures 3/4.

M. le Président. Nous reprenons la discussion de la première question, relative aux traverses métalliques. J'ai pu constater que toutes les opinions ne se sont pas encore manifestées; il importe qu'elles se produisent pour que je puisse faire un résumé qui embrasse tous les aspects de la question.

M. Hohenegger. La dernière question qui a été traitée à la séance de ce matin est celle de la durée des traverses.

On a fait remarquer que les expériences faites jusqu'à ce jour n'étaient point suffisantes pour permettre de se prononcer sur ce point, et qu'il faudrait attendre encore vingt ou trente ans pour être fixé à ce sujet.

Qu'il me soit permis, à ce propos, de revenir un instant sur la question des longrines, que nous employons depuis dix ou onze ans. Nous avons, pendant ce laps de temps, fait assez d'expériences pour fournir à un ingénieur les moyens de calculer très approximativement la durée probable des traverses.

Ainsi, nous avons placé des traverses en bois dans le même ballast que les longrines et nous avons constaté que les meilleures traverses en chêne ne durent pas plus de quinze ans sur nos voies à grande circulation, parce qu'elles se détruisent par le mouvement des trains. Elles ne sont pas pourries, mais détériorées au point de ne plus pouvoir servir.

Nous savons donc déjà quelle est à peu près la durée du chêne. Or, nous avons constaté, d'autre part, que des longrines placées sur quatre kilomètres de voie étaient à peu près intactes après le même laps de temps; et il est permis d'en conclure qu'elles dureront plus de trente ans sans devoir être remplacées.

Je me permets, encore une fois, d'attirer l'attention de la section sur la note que j'ai rédigée sur cette question. On verra que nos calculs sont bien établis et qu'ils permettent de se faire une idée exacte de la durée probable des traverses métalliques.

M. Pogrebinsky (*Russie*). Nous avons discuté ce matin la question de l'emploi des traverses métalliques et celle de l'influence du ballast sur la stabilité de la voie. Deux membres ont exprimé l'opinion que la qualité du ballast n'avait aucune influence sur la voie. Tout à l'heure, M. Hohenegger a exprimé le même avis à propos des longrines.

M. Hohenegger. Je n'ai pas dit que la qualité du ballast était indifférente; j'ai dit seulement qu'elle n'avait pas l'importance qu'on lui attribue ordinairement.

M. Pogrebinsky. Vous avez dit, je crois, que le ballast composé de cailloux n'avait pas d'influence sur la voie.

Je pense, messieurs, que cette question mérite d'être très sérieusement étudiée. Je puis dire qu'en Russie elle est considérée comme une des plus importantes; vous le comprendrez facilement quand je vous aurai dit que pour les chemins de fer dont je suis ici le représentant, nous transportons notre ballast composé de sable et de cailloux à une distance d'au moins 500 kilomètres.

M. Bricka, dans son rapport, attire aussi l'attention sur la qualité du ballast sur les voies à traverses métalliques. Il dit qu'avec des traverses d'un poids suffisant, un ballast de bonne qualité et un entretien bien fait, la voie sur traverses métalliques ne coûte pas plus cher d'entretien que la voie sur traverses en bois et qu'elle coûtera certainement moins si l'on augmente son poids. Néanmoins, d'après l'analyse de son travail fait par M. Kowalski, M. Bricka estime que, quel que soit l'avenir de la traverse en métal, elle n'est pas appelée à remplacer, en France, d'une manière complète, la traverse en bois; cette dernière sera toujours d'un emploi économique dans les régions forestières, et elle conservera une supériorité certaine avec le ballast argileux et les plates-formes humides.

M. Bricka est donc aussi d'avis que le ballast argileux ne peut pas être employé sur les voies à traverses métalliques. Je partage complètement l'opinion que cette question est loin d'être résolue et, quant à moi, j'estime qu'il ne peut pas y avoir de bonne voie sans bon ballast.

M. Hutchinson (*Grande-Bretagne*) ⁽¹⁾. Je n'aurais point pris la parole s'il s'était trouvé ici un ingénieur délégué d'une Compagnie anglaise, qui se fût chargé de traiter la question.

En Angleterre, on n'a pas encore fait d'expériences, sur une grande échelle, des

(¹) Discours prononcé en anglais et traduit par un membre de la section, M. V. Gérard (*Grande-Bretagne*).

traverses métalliques en fer ou en acier. Il n'y a qu'une ligne, de construction récente, sur laquelle on ait employé ces traverses. C'est un embranchement à double voie du chemin de fer métropolitain, d'une longueur de 13 kilomètres environ, que j'ai inspecté encore il y a une quinzaine de jours, et qui a été établi, moitié avec des traverses en bois, moitié avec des traverses en acier. Ces dernières sont du type Webb et elles pèsent environ 68 kilogrammes. Les coussinets sont des coussinets ordinaires en fonte pesant environ 21*500 et l'on a posé des rails à double champignon pesant environ 40 kilogrammes le mètre courant. Il ne s'est évidemment pas encore écoulé le temps nécessaire pour que l'on puisse indiquer le résultat pratique que pourra donner l'emploi de ces traverses.

Avant de quitter l'Angleterre, j'ai écrit aux ingénieurs des principales Compagnies de chemins de fer anglais pour les prier de me faire connaître les résultats de leurs expériences en ce qui concerne l'emploi des traverses métalliques. Ils m'ont tous répondu que leurs expériences étaient si limitées et si incomplètes, qu'il leur était encore impossible de formuler une opinion bien précise sur la question, excepté en ce qui concerne la comparaison des prix de revient.

La Compagnie du London and North Western Railway estime que le prix des traverses employées sur ce chemin de fer est, coussinets compris, de 9 fr. 25 c. pièce pour les traverses en bois et de 11 francs pour les traverses en acier. Les prix payés par trois autres Compagnies sont :

	Traverses en acier.	Traverses en bois.
Pour la Compagnie du Midland. fr.	12 "	9 "
— du Great Western.	11 50	6 25
— du Great Eastern	9 50	7 "

Les ingénieurs des autres Compagnies auxquels je me suis adressé n'ont pu me fournir aucun renseignement.

L'ingénieur de la Compagnie du Great Eastern m'informe qu'il a fait poser, il y a quatre ans, des traverses en fer et que depuis cette époque il n'a observé aucun signe de détérioration. Ces traverses ont été posées sur une distance de 80 mètres environ d'une des voies principales de la Compagnie parcourue par un trafic considérable.

M. le Président. Je remercie M. Hutchinson des renseignements qu'il vient de fournir à la section.

Ainsi que je l'ai dit dans la dernière séance, j'ai reçu une note de la Compagnie du North Eastern; elle est déposée sur le bureau. (Voir annexe B.)

M. Werchowsky (*Russie*). Il est permis, je pense, de conclure des observations qui ont été présentées sur la question en discussion que les résultats de l'emploi des traverses métalliques peuvent être considérés comme satisfaisants.

Mais ce n'est pas assez dire et je demande la permission d'ajouter quelques mots.

Indépendamment du ballast, il y a beaucoup d'autres causes d'influence qu'il importe de ne pas perdre de vue.

Il ne suffit pas de constater que les résultats sont favorables, il faut encore et surtout observer et faire connaître dans quelles conditions ils ont été obtenus : sur quelle espèce de ballast les traverses ont-elles été posées; était-il lourd ou léger, argileux ou non, composé de sable, de gravier; sur quel sol était-il étendu? D'autre part, pour un ingénieur qui voudrait tirer profit des travaux du Congrès, il importe encore de connaître les conditions climatériques des régions dans lesquelles on s'est servi de telles ou telles traverses métalliques.

Il paraît résulter des renseignements fournis à la section, qu'il n'existe pas de données suffisantes sur ces différents points et il est probable que la même question se reproduira devant le prochain Congrès. Je me permets donc d'engager mes honorables collègues à recueillir le plus de renseignements possible sur l'emploi des traverses métalliques de diverses espèces dans les différentes conditions de ballast, de sol et de climat qui peuvent se présenter.

M. Bricka. Je crois devoir répondre quelques mots aux orateurs qui ont parlé du ballast et spécialement à M. Werchowsky.

Voici, pour préciser davantage, ce que je crois pouvoir dire :

Il existe certainement des voies métalliques très bonnes, sur toute espèce de ballast, pourvu qu'il soit pur et non argileux. Le sable, le gravier, la pierre concassée forment ce qu'on peut appeler un bon ballast.

J'ai entendu dire souvent que la voie métallique doit être posée sur un ballast excellent; cela n'est pas indispensable : il suffit d'un ballast convenable.

Ainsi que je l'ai dit dans mon rapport, on emploie parfois de mauvais ballast, c'est-à-dire mélangé d'argile dans une forte proportion, parce qu'on n'en a pas d'autre; et, dans ces conditions, la voie est plus mauvaise encore avec des traverses métalliques qu'avec des traverses en bois. Il me semble impossible de mieux préciser la question, parce que nous ne savons pas ce qu'est le ballast sur les chemins de fer russes.

Les délégués russes pourront se convaincre en parcourant nos lignes de chemins de fer que, quel que soit le ballast, on peut être certain que la traverses métallique s'y comporte parfaitement.

Je crois que cela répond aussi exactement que possible à la question soulevée et j'espère avoir ainsi satisfait le délégué russe qui vient de parler.

M. Lebon. Ainsi que j'ai eu l'honneur de le dire déjà, au Grand Central Belge nos traverses pèsent 70 kilogrammes non armées et notre ballast est de très mauvaise qualité. C'est un mélange de cendrée et de terre pour une partie, et pour l'autre, de gravier de carrière non tamisé, c'est-à-dire du gravier mélangé d'argile.

Malgré les conditions défavorables dans lesquelles nos traverses métalliques ont été placées, nous en avons obtenu d'excellents résultats au point de vue de la main-d'œuvre d'entretien.

En ce qui concerne le renouvellement des traverses et des attaches, je n'en parlerai pas : nous n'avons eu jusqu'à présent aucune dépense à faire de ce chef. Je me hâte, toutefois, d'ajouter que cela ne prouve pas que l'expérience soit déjà concluante. Je ne parle que de la main-d'œuvre d'entretien. Or, cette dépense est extrêmement minime : elle n'est que de 17 centimes par jour kilométrique et cela malgré la mauvaise qualité du ballast.

Le résultat favorable auquel nous sommes arrivés, je l'attribue totalement à ce que nous avons fait usage de traverses lourdes et dont le profil semi-circulaire me paraît le plus rationnel en ce sens qu'il embrasse la plus grande surface possible. C'est à cette circonstance que j'attribue la modicité de la dépense que nous avons à faire pour le bourrage et le dressage.

Ce renseignement répond, je pense, à la demande que faisait tout à l'heure un précédent orateur quant à la nature du ballast employé.

D'un autre côté, je dois reconnaître que nos traverses ont été posées, non pas sur une voie nouvellement établie, mais sur une plate-forme existant depuis trente ans. S'il s'agissait d'un remblai nouveau, je crois que le résultat ne serait pas aussi favorable, du moins pendant les premières années.

M. Huberti (Belgique). A propos de ce qu'a dit M. Lebon, il ne sera pas sans intérêt de signaler les frais d'entretien des voies métalliques établies sur les lignes de l'État belge.

Ces voies ont été posées sur un ballast de bonne qualité, formé de pierres concassées, et, après un an de pose, il a été constaté que les frais d'entretien

annuels variaient de 51 à 60 centimes par mètre courant, tandis que les frais d'entretien de la voie sur traverses en chêne n'étaient que de 23 centimes.

M. Brière. Vous comprenez dans ce prix les frais du bourrage, etc.?

M. Huberti. Évidemment.

M. Brière. Je crois que vous faites erreur. Cela ferait 500 francs par kilomètre et par an. Il n'y a pas un seul chemin de fer où l'entretien ne coûte pas davantage. Il doit y avoir là une inconnue à dégager.

M. Huberti. Cela importe peu : les deux chiffres que je cite n'ont qu'une valeur comparative.

M. Brière. Oui; mais à la condition que l'on sache à quoi ils s'appliquent.

M. De Busschere (*Belgique*). Le gouvernement belge a établi beaucoup de traverses métalliques, notamment sur des voies très fatiguées. Sur celles-là, l'entretien était très coûteux et c'est principalement à ces lignes que se rapportent les chiffres de M. Huberti.

M. Brière. Mais, au contraire, nous les trouvons trop faibles.

M. Huberti. Comme je viens de le dire, mes chiffres n'ont qu'une valeur de comparaison; je les cite pour montrer l'écart qui existe entre les frais d'entretien de la voie sur traverses en bois et sur traverses métalliques, mais je n'ai pas sous la main les éléments dont ils se composent.

M. Piéron (*France*). Voici une observation qui fera peut-être la lumière sur ce point :

J'ai remarqué que, suivant la qualité du ballast et la fatigue de la voie, le nombre des journées qu'il faut consacrer à l'entretien d'un kilomètre de voie varie de 100 à 200; c'est-à-dire que s'il faut dépenser 200 journées par an quand la voie est mal conditionnée, quand le ballast ou le sous-sol sont mauvais et qu'il faut faire des travaux d'assainissement et de réfection. On pourra ne dépenser que 100 journées quand la voie n'est pas établie dans ces mauvaises conditions ⁽¹⁾. D'autre part, la main-d'œuvre est peu élevée en Belgique. Ces deux

(¹) Il résulte de là que le prix de revient de l'entretien d'un mètre courant de voie varie entre celui d'une heure et celui de deux heures de travail, c'est-à-dire entre 20, 25 et 30 centimes d'une part, et 40, 50 et 60 centimes d'autre part, si le prix de l'heure est de 20, 25 ou 30 centimes par exemple.

circonstances réunies peuvent expliquer un fait qui, au premier abord, paraît être le résultat d'une erreur. En outre, quand nous parlons de 100 ou de 200 journées, il ne s'agit que de l'entretien proprement dit, et non des travaux divers pour maintenir les accessoires de la voie dans des conditions convenables. Peut-être y a-t-il encore ici une cause de différence dans la façon de calculer les frais d'entretien.

M. Brière. La discussion semblait épuisée et voici qu'elle renaît en présence de l'écart énorme de 23 à 60 centimes que présenteraient, en Belgique, les frais d'entretien de la voie sur traverses en bois et de la voie sur traverses métalliques. S'il en était ainsi, beaucoup d'administrations seraient d'avis qu'il faut écarter la traverse métallique. Mais je ne puis pas croire à la réalité de cet écart; il doit y avoir là une inconnue qu'il faudra dégager. Je ne suis pas grand partisan de la traverse métallique; mais encore ne faut-il pas lui attribuer des causes d'infériorité imméritées. Or, il y a quelque chose que nous ne comprenons pas dans les chiffres qui viennent d'être cités.

M. De Busschere. Je ne comptais pas prendre la parole dans ce débat; mais je crois utile de fournir quelques renseignements concernant les chemins de fer de l'État belge.

Dans ces derniers temps, l'État a fait poser un grand nombre de traverses métalliques. Sauf en ce qui concerne les frais d'entretien, dont M. Huberti vient de dire un mot, les résultats connus ne sont pas encore concluants.

La question, pour moi, se pose autrement : il s'agit de savoir si la traverse métallique peut se maintenir dans la voie. Or, jusqu'à présent, nous avons pu constater qu'elle se comporte bien dans les voies peu parcourues, mais qu'elle est insuffisante dans les voies à grand mouvement. Il y a ici à considérer, d'une part, la fatigue que ces voies ont à supporter et, d'autre part, la masse qu'elles peuvent y opposer, masse qui dépend en partie du poids des traverses.

Au lieu donc de poser la question à tel ou tel point de vue, et notamment du ballast, il faut la poser exclusivement au point de vue des conditions dans lesquelles la traverse métallique peut se trouver et de celles auxquelles elle doit satisfaire. On arrive ainsi à se demander si elle est compatible avec une grande vitesse et une grande circulation.

M. Lebon. Je prierai M. De Busschere de nous dire si les expériences dont il vient de parler n'ont pas été faites avec des traverses de faible poids; et je le

prierai aussi de nous faire connaître le résultat des essais faits avec la traverse de 75 kilogrammes qu'on emploie maintenant.

M. De Busschere. Les traverses métalliques qui ont donné les mécomptes dont je viens de parler étaient en fer du type rhénan et pesaient 45 kilogrammes. En ce qui concerne la seconde demande de M. Lebon, je dois déclarer que l'essai avec les nouvelles traverses, qui sont en acier, est à peine commencé et il serait par conséquent prématuré de vouloir tirer des faits constatés à ce jour une conclusion quelconque.

M. Lebon. On ne peut donc pas conclure d'expériences faites avec des traverses de 45 kilogrammes pour rejeter l'emploi des traverses métalliques actuellement en usage, alors surtout qu'on reconnaît que le poids est un élément important de la question.

M. Brière. Ce qui m'a fait demander la parole, ce sont les chiffres qui ont été cités tout à l'heure; mais en y réfléchissant, peut-être les chiffres de 23 et de 60 centimes ne sont-ils pas aussi extraordinaires qu'on a pu le croire.

Dans son rapport, M. Brieka a fait remarquer que l'entretien de la voie sur traverses métalliques est extrêmement onéreux pendant les deux premières années; que la dépense diminuait ensuite d'année en année et qu'au bout d'un certain temps il y avait équilibre, quant aux frais d'entretien, entre la traverse métallique et la traverse en bois.

Il importe donc de savoir à quelle période s'applique ce chiffre de 60 centimes; est-ce aux premiers mois de la transformation de la traverse en bois en traverse métallique?

M. Huberti. C'est après sept ou huit mois de pose des traverses métalliques qu'on a établi ce chiffre.

M. De Busschere. La dépense à laquelle se rapportent les chiffres donnés par M. Huberti, correspond à la main-d'œuvre uniquement employée pour maintenir la voie dans son profil normal.

M. Brière. Alors, tout s'explique.

M. Kowalski. M. De Busschere a fait remarquer tout à l'heure qu'il importait de savoir si ces traverses, dont on fait l'essai, ont été placées dans des voies à grande circulation et parcourues par des trains de grande vitesse. D'après une note qui m'a été communiquée, les voies du Grand Central Belge pourvues de

traverses métalliques ont été parcourues pendant la première année par 1,500 trains de voyageurs et 3,000 trains de marchandises, à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure. C'est une circulation et une vitesse fort respectables.

Quant aux frais d'entretien élevés, signalés par M. Huberti et M. De Busschere, il importe de retenir qu'ils se rapportent à une très courte période de pose. C'est moins une dépense d'entretien qu'une dépense de première pose.

M. Bricka. On peut citer de nombreux exemples de voies très fatiguées sur traverses métalliques. La ligne du Saint-Gothard est certainement une de celles où circulent le plus grand nombre de machines; on peut citer aussi la ligne qui longe la rive droite du Rhin, les lignes du bassin de la Ruhr et celles des Pays-Bas, etc., etc. Toutes ces lignes ont un trafic considérable; il y circule des express marchant à la vitesse de 70 kilomètres par heure. C'est sur ces lignes que les traverses métalliques sont le plus employées, et elles s'y comportent parfaitement. La preuve est donc faite que les traverses métalliques résistent aussi bien sur les lignes chargées et à grand trafic que sur les autres.

M. Brière. Ainsi que je le rappelais tout à l'heure, la discussion semblait épuisée quand, au dernier moment, un des représentants d'une Administration considérable est venu produire une assertion extrêmement inquiétante. (*Interruption.*) Mais alors quelles étaient les conditions? Elles étaient probablement mauvaises, et il importait de les connaître pour réduire cette assertion à sa juste valeur.

M. Mantegazza. La question à résoudre est celle de savoir si la traverse métallique est ou n'est pas en état de soutenir la fatigue de trains lourdement chargés ou circulant à grande vitesse. Aussi longtemps que cette question ne sera pas résolue, ce sera bien inutilement qu'on discutera les autres points.

On a déjà reconnu que les traverses métalliques peuvent concourir avec les traverses en bois, et même avec avantage quant aux attaches.

M. le Président. Je tiens à rappeler que le représentant de l'État belge a fait remarquer que ses constatations reposaient sur des traverses d'un poids faible et sur des essais dont la durée n'a été que de huit mois.

M. De Busschere. Nous essayons maintenant des traverses beaucoup plus lourdes qu'autrefois; environ 75,000, posées un peu partout, la plupart sur des lignes très fatiguées et les autres sur des lignes d'importance moindre.

M. Derote. Les chiffres donnés par M. Huberti s'appliquent-ils aux essais faits avec des traverses de 45 kilogrammes ou aux essais faits avec des traverses de 75 kilogrammes ?

M. Huberti. Mes chiffres se rapportent aux traverses de 75 kilogrammes, mais ils sont le résultat de statistiques récentes.

J'insiste sur ce point que les dépenses constatées ont été relevées pendant la faible période des huit ou neuf premiers mois de pose.

J'ajoute que je n'ai pas l'intention de donner à ces chiffres une valeur absolue. Il m'a paru intéressant de les signaler en en précisant la valeur et la signification, mais il n'est nullement entré dans ma pensée de dire qu'ils représentent la valeur moyenne de l'entretien.

M. Harten (Belgique). Il serait désirable que le délégué des chemins de fer de l'État belge nous dit pourquoi, selon lui, les traverses métalliques dont il a parlé ne résistent pas à un trafic de grande vitesse.

M. le Président. Les explications complémentaires que M. Huberti a fournies atténuent beaucoup l'impression que sa première assertion avait produite. Nous savons maintenant qu'il s'agit de constatations faites pendant une période de quelques mois, trop courte par conséquent pour qu'on puisse en tirer des conclusions. Mais, enfin, la discussion ayant été reprise par cet incident, il importe que la question soit complètement élucidée. Je prie donc l'un des délégués de l'État belge de vouloir bien préciser la période des constatations et l'espèce de traverse sur laquelle elles ont porté.

M. De Busschere. J'ai déjà fait remarquer qu'il serait prématuré de tirer des conclusions de faits qui ne se rapportent qu'à une période de quelques mois. Ce n'est évidemment pas pendant la première année qu'on peut déterminer si l'entretien d'une voie coûte peu ou beaucoup. Il faut opérer sur une période d'une plus longue durée et au moyen d'attachements très exacts.

Quand j'ai parlé de l'intérêt que présentent les expériences au point de vue de la vitesse et de la charge, je voulais faire allusion aux premiers résultats qui ont été constatés chez nous.

A l'origine, nous avons posé un grand nombre de longrines, et les traverses métalliques ne pesaient que 45 kilogrammes. Or, tous les ingénieurs sont d'avis que, sur des lignes fatiguées et parcourues par des trains de grande vitesse, il faut des traverses lourdes, tandis que sur des lignes moins fatiguées, des traverses de faible poids se comportent parfaitement.

M. le Président. Il est donc admis que les traverses faibles ne résistent pas sur des lignes à grande et rapide circulation et devant supporter de lourdes charges. D'autre part, les délégués belges constatent que les expériences faites dans leur pays sont encore insuffisantes. (*Marques d'assentiment.*)

Quant aux frais d'entretien, il est également reconnu qu'ils sont beaucoup plus élevés dans les premiers temps de la pose des traverses, mais que plus tard ils décroissent successivement. Nous n'avons donc qu'à remercier MM. les délégués belges de leur communication et à prendre acte de leur déclaration, que les expériences nouvelles sont encore trop récentes pour qu'il soit possible d'en tirer des conclusions formelles et précises.

Plusieurs membres. Très bien!

M. le Président. Nous avons essayé de rédiger un résumé de la discussion qui vient d'avoir lieu sur la première question; mais avant de vous le communiquer, je me permettrai d'exprimer, d'une façon très générale, mon avis sur le résultat de cette discussion.

Je crois qu'au point de vue économique, nous ne pouvons pas formuler de conclusion positive : nous ne pouvons pas dire que, sous ce rapport, la traverse métallique est plus avantageuse que la traverse en bois. Cette question est, en effet, influencée par divers facteurs : facteur géographique, facteur local, facteur climatologique, facteur de durée. Et elle est influencée d'autre part encore par des considérations de prix.

Nous avons aujourd'hui des prix excessivement bas; mais j'ai fait moi-même une expérience intéressante : j'ai commandé, il y a un an, 50,000 traverses au prix de 93 marks la tonne livrée franco non douanée sur wagon en gare de Bâle; ces mêmes traverses coûteraient aujourd'hui 120 marks et à ce prix je ne les commanderais plus.

Je ne pense pas que la section ait l'intention d'émettre une opinion sur ce point.

Un second point est relatif au coût d'entretien. Celui-là paraissait complètement élucidé, quand une communication a paru un instant remettre tout en question; mais les explications fournies ultérieurement ont laissé dominer cette opinion que, sauf pendant la première période, l'entretien coûte moins avec des traverses métalliques qu'avec des traverses en bois.

Mon opinion personnelle est qu'une traverse métallique établie dans de bonnes conditions doit, au bout d'un certain temps, procurer une économie; c'est, je pense,

ce que l'expérience a déjà démontré, et particulièrement ce que nous avons pu constater sur nos lignes suisses, où nous avons 700 à 800 kilomètres de voies pourvues de traverses métalliques.

Je crois ne pas me tromper en disant que telle est l'opinion de la section qu'après une couple d'années il y a une diminution de frais d'entretien, qui s'accroît d'année en année. (*Assentiment.*)

Vient enfin une troisième question, sur laquelle nous sommes, je pense, unanimes; je veux parler de la matière à employer. Vous êtes tous d'accord, je crois, messieurs, que l'emploi de l'acier doux est préférable et même absolument indiqué. (*Adhésion.*)

En conséquence, messieurs, je vais mettre en discussion chacune des parties des conclusions par lesquelles j'ai cru pouvoir résumer nos débats :

La première porte que « l'équivalence, au point de vue technique, des deux types de traverses, métalliques et en bois, est confirmée et que l'emploi de traverses en fer tend plutôt à s'accroître. »

Veuillez, messieurs, vous prononcer sur ce premier point.

M. Brière. C'est la constatation d'un fait matériel.

M. von Leber. Bornons-nous à dire que les expériences faites depuis deux ans n'ont pas infirmé les résultats constatés lors du premier Congrès.

M. le Président. Je vous propose donc, messieurs, la rédaction suivante :

« 1° L'avis exprimé par le Congrès de Bruxelles, en ce qui concerne l'équivalence, au point de vue technique, des traverses métalliques et des traverses en bois, n'est pas infirmé par les résultats de l'expérience des deux années écoulées, et l'emploi des traverses en métal tend plutôt à augmenter. »

— La première conclusion est adoptée.

M. le Président. Voici la deuxième conclusion :

« 2° Au point de vue de la dépense respective des deux systèmes, en tenant compte du prix d'achat et de la durée, le résultat est une question d'espèce et dépend entièrement des circonstances locales et de l'état du marché métallurgique. »

— Adopté.

M. le Président. La troisième conclusion est ainsi conçue :

« 3° Quant à la dépense d'entretien, la traverse métallique, au bout d'un

« certain temps, et après consolidation du terrain, donne lieu à un entretien plus économique que les traverses en bois. »

M. de Sytenko. Les conclusions si bien rédigées par le bureau ne font pas connaître de résultats pratiques; mais il n'est pas possible d'entrer dans des détails sur ce point : il suffit de constater que le nombre des traverses métalliques employées augmente chaque année; ce fait prouve suffisamment les avantages qu'elles présentent. Mais, ainsi que je l'ai fait remarquer ce matin, il importe de recueillir — et le but du Congrès est de faciliter ces études — tous les éléments de la question, afin que l'on puisse tirer des conclusions pratiques de la comparaison des essais qui sont faits dans les divers pays. Pour faire cette comparaison, il faut avoir tous les détails des expériences et connaître les conditions dans lesquelles elles ont été faites.

Je voudrais donc que la section exprimât le désir que, pour la prochaine session du Congrès, le questionnaire fût complété en ce sens et que des renseignements fussent demandés sur la nature et la qualité du ballast, sur la nature du sous-sol, sur les conditions dans lesquelles est établie la ligne pourvue de traverses métalliques, sur les types des traverses employées, sur l'influence exercée par ces traverses sur le matériel roulant; en un mot, sur tous les faits qui sont de nature à élucider la question.

Si nous ne procédons pas ainsi, nous nous trouverons, au prochain Congrès, dans la même situation qu'aujourd'hui et nous n'aurons pas de données suffisantes pour pouvoir nous prononcer.

M. Kowalski. Je ferai remarquer à M. de Sytenko que les points sur lesquels il voudrait que des investigations fussent faites, sont précisément ceux au sujet desquels j'ai demandé des renseignements à diverses Compagnies pour les annexer à mon exposé. Je regrette de n'avoir pas obtenu de réponses plus détaillées.

Toutefois, en ce qui concerne notamment les frais d'entretien, les Compagnies qui ont, à ce sujet, une expérience assez longue, ont donné des réponses très nettes dans le sens de l'opinion que j'ai émise. Ainsi, la Compagnie du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée a répondu : « On économise, avec la traverse métallique, à peu près un quart de la main-d'œuvre d'entretien des traverses en bois, lorsque la voie est bien assise. » La Compagnie du chemin de fer de l'île de la Réunion, qui a des cloches, déclare que la dépense d'entretien est très faible. Le Grand Central Belge dit : « Durant la première année de pose, la main-d'œuvre d'entretien de la nouvelle voie a été moindre que celle d'une voie sur traverses en bois. »

Je ne prétends pas expliquer les réponses; je me borne à les signaler.

La Compagnie du chemin de fer de l'État néerlandais dit également que l'entretien de la voie sur traverses métalliques est moins onéreux : « Il est difficile, dit-elle, de donner des résultats définitifs sur ce point, le nombre des ouvriers étant subordonné à des conditions bien multiples d'entretien et de surveillance. » Il est évident que, si l'on tient compte de la surveillance de la voie, du curage des fossés, de l'examen de l'état des remblais, l'emploi de la traverse métallique ne peut pas avoir d'action sur cette part des frais d'entretien.

La Compagnie des chemins de fer orientaux dit : « Les frais d'entretien dans le ballast fin sont plus considérables; dans le gros ballast, les frais d'entretien sont égaux à ceux résultant de l'emploi des traverses en bois, bien entendu déduction faite de la dépense afférente à la pose de traverses en bois neuves. » On voit que la Compagnie ne parle que de l'entretien proprement dit et ne tient pas compte des dépenses de renouvellement.

La Compagnie des chemins de fer suédois s'exprime ainsi : « Les dépenses de l'entretien courant ont, jusqu'à ce jour, été les mêmes que pour les traverses en bois. »

Ces renseignements me semblent de nature à donner satisfaction à M. de Sytenko.

M. de Sytenko. Il y a d'autres facteurs que les frais d'entretien courant à considérer pour se prononcer sur le mérite des traverses métalliques. Ainsi, pour nous, la question se présente de savoir s'il faut employer la traverse métallique en Russie, même quand des considérations financières semblent devoir y faire obstacle; car, chez nous, la question financière et la question technique sont parfois tellement unies qu'il est difficile de dire laquelle des deux doit primer l'autre. Il nous importe donc d'avoir des données précises sur les essais qui ont eu lieu, sur les diverses conditions dans lesquelles ils ont été faits.

Je m'étonne, je dois le dire, que ma demande soulève des objections. Qu'on le veuille ou non, un jour viendra où les Compagnies qui emploient le plus les traverses métalliques reconnaîtront la nécessité de posséder les données que je réclame. Nous ne demandons qu'une chose, c'est que MM. les ingénieurs des divers pays veuillent bien étudier la question aux divers points de vue que j'ai indiqués, afin de n'avoir pas à attendre dix ou quinze ans pour arriver à des conclusions basées sur des faits parfaitement constatés.

Jusqu'à présent, nous n'avons entendu que l'expression plus ou moins précise

d'une satisfaction plus ou moins vague. Je voudrais quelque chose de plus précis. Il faudrait, par exemple, pouvoir dire : une voie pourvue de traverses métalliques, ayant subi un travail donné, dans des conditions déterminées, a été trouvée en bon état.

On a parlé de traverses et de longrines qui ont été retirées de la voie et qu'on a trouvées en bon état. Ce n'est pas encore là une réponse technique : il fallait dire si ces traverses ou longrines n'avaient rien perdu de leur poids, si leur forme ne s'était point altérée, quelle usure elles auraient subie. Se borner à constater qu'elles étaient en bon état, c'est ne rien dire qui puisse éclairer et satisfaire l'ingénieur. Je suis certain que tous les ingénieurs seront d'accord avec moi pour réclamer une réponse plus précise.

M. le Président. M. de Sytenko estime qu'il y a un grand nombre de facteurs à considérer pour se prononcer en connaissance de cause sur le mérite des traverses métalliques. Je crois devoir lui faire remarquer que c'est précisément ce que nous disons dans le 2^e de nos conclusions, lequel a été adopté sans débat.

Maintenant, nous discutons le 3^e, relatif aux dépenses d'entretien. Je dois constater que la question est controversée; mais peut-être pourrions-nous arriver à une formule qui concilie toutes les opinions, en disant qu'en ce qui concerne les voies à traverses métalliques sur lesquelles circulent les trains de grande vitesse et d'un poids considérable, les avis sont encore partagés.

M. De Busschere. Il est dit, dans la note de l'Administration des chemins de fer de l'État belge, que l'entretien des voies métalliques a été toujours sensiblement plus onéreux que celui des voies en bois. Nous ne pouvons donc pas admettre qu'il n'en serait ainsi que pour les lignes très fatiguées et à fort trafic.

M. le Président. Je pourrais citer des lignes suisses, où circulent 30 à 40 trains par jour, et où cependant nous constatons que, depuis nombre d'années, il y a économie dans les frais d'entretien des voies à traverses métalliques.

M. De Busschere. Nous avons, en Belgique, des lignes où circulent jusqu'à 120 trains par jour, dont plusieurs marchent à la vitesse de 80 kilomètres par heure.

M. le Président. Il est évident que si vous citez des lignes exceptionnelles comme celle de Bruxelles à Anvers, nous ne pourrions pas vous opposer de terme de comparaison. Mais si, la question étant généralisée, vous venez dire : Nous

n'admettons pas que l'entretien de la traverse métallique coûte moins que celui de la traverse en bois, il est évident que vous rencontrerez des appréciations diamétralement opposées et basées sur une longue expérience.

M. Lebon. Je dois faire remarquer que si, dans le corps du procès-verbal, on fait allusion à des réserves que certaines Administrations auraient formulées, il faudrait dire en quoi ces réserves consistent. M. De Busschere, par exemple, nous signale les expériences faites sur le réseau de l'État belge et d'où il résulte que l'entretien des voies à traverses métalliques coûte plus que celui des voies à traverses de bois. Or, il serait utile, je pense, de spécifier quel est le poids des traverses métalliques qui ont donné ce résultat.

De même, on mentionne une divergence d'opinion sur le coût de la main-d'œuvre d'entretien. Il faudrait dire aussi quel est le mode de superstructure de la voie.

M. Bricka. Il me semble que pour la détermination de la dépense d'entretien, c'est surtout l'opinion des ingénieurs qui ont expérimenté des voies sur traverses métalliques qui a de l'importance. Cela étant, ne conviendrait-il pas de dire que les ingénieurs qui ont eu à entretenir des voies métalliques sont d'avis que l'entretien de ces voies coûte moins que celui des voies à traverses en bois? La réponse serait ainsi suffisamment précise.

M. le Président. On est d'accord, je pense, que la question d'entretien est assez importante pour que nos conclusions réunissent les opinions qui ont été exprimées sur cette question. Si tel est aussi votre avis, nous pourrions dire — afin de tenir compte de la réserve des ingénieurs belges, réserve qui peut s'expliquer par la situation exceptionnelle de certaines lignes du réseau belge où circulent jusqu'à 120 trains par jour — nous pourrions dire que l'expérience acquise n'est pas encore suffisante.

M. Ancion. Je demande la parole uniquement pour poser une question bien précise déjà soulevée tout à l'heure et à laquelle il n'a pas été clairement répondu. Les expériences faites en Belgique ont-elles porté sur des traverses métalliques de 45 kilogrammes ou sur des traverses de 75 kilogrammes? En second lieu, à quelle époque remontent ces expériences?

M. De Busschere. Il s'agit d'expériences faites en dernier lieu et trop récemment pour que nous puissions nous prononcer sur leurs résultats.

M. Ancion. Dès lors, les réserves que vous avez faites sont sans valeur.

M. Brière. Je crois qu'il faut mettre beaucoup de circonspection à se prononcer sur la question des dépenses d'entretien, parce que l'entretien est une chose qui n'est pas nettement déterminée. On dit que beaucoup de facteurs doivent être considérés pour résoudre cette question. Cela est incontestable; il n'y a point d'opération plus variable. On dit qu'après les deux premières années la dépense d'entretien a diminué; mais si l'année qui a suivi a été une année particulièrement sèche, il est tout naturel que l'entretien ait coûté moins que les années précédentes, pendant lesquelles il peut y avoir eu beaucoup de pluie et de neige.

J'ajoute que les conditions financières de l'exploitation influent même sur les dépenses d'entretien. Chacun sait que, quand on est riche, on y regarde de moins près que quand on se trouve dans une situation qui commande l'économie la plus stricte. Au chemin de fer de Paris à Orléans, nous n'avons modifié ni le modèle de nos traverses, ni les conditions de la voie; et nous avons beaucoup diminué nos frais d'entretien pour équilibrer notre budget.

Ma conclusion est qu'il faut être extrêmement réservé sur la question des dépenses d'entretien. Je ne suis pas grand partisan de la statistique; j'en fais beaucoup cependant, parce que c'est mon métier; mais je n'y crois guère... (*Hilarité*) ou du moins je ne crois qu'à celle que je fais moi-même. Je constate seulement qu'en matière de dépenses d'entretien, il est extrêmement dangereux de comparer les résultats d'une année à ceux d'une autre, attendu que les éléments de la comparaison peuvent varier beaucoup. Et pour me résumer, je dirai que, plus la rédaction résumant le débat sera vague, plus, pour ma part, j'en serai satisfait. (*Nouvelle hilarité.*) Non pas que je sois hostile aux solutions catégoriques; mais encore faut-il qu'elles s'appliquent à des questions auxquelles il est possible de répondre catégoriquement. Telle n'est certainement pas la question des frais d'entretien des voies ferrées.

M. le Président. Voici, messieurs, la nouvelle rédaction que j'ai l'honneur de vous proposer :

« 3° Quant à la dépense d'entretien courant, c'est-à-dire de réglage et de relevage, la question ne paraît pas encore suffisamment élucidée pour les lignes qui présentent un très grand trafic et des vitesses de marche considérables. Pour les lignes à trafic moyen et à vitesse réduite, l'avis de la majorité est que la traverse métallique présente des avantages, surtout après un délai conve

« nable pour que les terrassements aient pris une bonne assiette et que la solidarisation des attaches et des traverses soit devenue suffisante. »

M. Bernard. Plusieurs membres qui ont fait des expériences importantes sur les traverses métalliques ont déclaré qu'il y avait avantage, au point de vue des dépenses d'entretien, à employer la traverse métallique plutôt que la traverse en bois. D'autres membres ont contesté cet avantage, mais sans fournir aucun fait à l'appui de leur opinion et en obéissant peut-être à une idée préconçue. D'autres encore ont dit : Nous avons essayé la traverse métallique, mais en faisant nos expériences sur un type absolument abandonné aujourd'hui, et l'entretien en a coûté beaucoup plus que celui de la traverse en bois.

Il y a donc eu trois opinions en présence; mais celles qui se sont prononcées contre la traverse métallique n'ont été basées sur aucun fait résultant d'expériences bien établies. Il me semble donc que la conclusion à tirer de cette divergence d'opinion, c'est que les personnes qui ont fait des expériences sérieuses sur la traverse métallique dont le type est actuellement en usage, ont reconnu les avantages considérables qu'elle présente.

Plusieurs membres. Non! non! Nous protestons!

M. le Président met successivement aux voix les diverses phrases du 3° des conclusions, tel qu'il est transcrit ci-dessus. Il constate qu'elles sont adoptées à une grande majorité.

M. le Président. Il nous reste, messieurs, à nous prononcer sur le 4°, ainsi conçu :

« 4° En ce qui concerne les traverses dérivées de la forme Vautherin, connue sous la désignation de forme en auge renversée, il paraît bien établi que l'usage d'un métal homogène est désirable. »

— Adopté.

— La séance est levée à 5 heures.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE



Séance du 20 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. La parole est à M. Lommel, président de la 1^{re} section, chargé de faire rapport sur la question II : *Traverses métalliques*.

M. Lommel. La 1^{re} section, messieurs, en ce qui concerne les traverses métalliques, a eu une discussion très nourrie qui, au commencement, a produit des manifestations d'opinions paraissant assez contraires; mais elle a, heureusement, abouti, à la fin, à des conclusions générales, lesquelles, je crois, ne trouveront plus de contradicteurs et réuniront l'unanimité des voix, à quelques nuances près peut-être. Ces conclusions, j'aurai l'honneur de vous les lire, et, si elles provoquent des observations, je m'empresserai de fournir des explications plus complètes. Nous avons pensé, dans la section, qu'il suffirait de lire le résultat de nos délibérations. J'ajoute que la base de notre travail a été un excellent rapport qui a été distribué, et qui est dû à M. Kowalski. Voici nos conclusions :

« Il résulte de l'examen des documents communiqués à la section et de l'échange d'observations auquel cet examen a donné lieu, que :

« 1^o L'avis exprimé par le Congrès de Bruxelles, en ce qui concerne l'équivalence au point de vue technique des traverses métalliques et des traverses en bois, n'est pas infirmé par les résultats de l'expérience des deux années écoulées et que l'emploi des traverses en métal tend plutôt à augmenter;

« 2^o Au point de vue de la dépense relative des deux systèmes, en tenant

compte du prix d'achat et de la durée, le résultat est une question d'espèce et dépend entièrement des circonstances locales et du marché métallurgique;

- 3° Quant à la dépense d'entretien courant, c'est-à-dire du réglage et du relevage, la question ne paraît pas encore suffisamment élucidée pour les lignes qui présentent un très grand trafic et des vitesses de marche considérables. Pour les lignes à trafic moyen et à vitesse réduite, l'avis de la majorité est que la traverse métallique présente des avantages, surtout après un délai convenable pour que les terrassements aient pris une bonne assiette et que la solidarisation des attaches et de la traverse soit devenue suffisante;

- 4° En ce qui concerne les traverses dérivées de la forme Vautherin, connue sous la dénomination de forme en auge renversée, il paraît bien établi que l'usage d'un métal homogène est désirable. »

M. de Sytenko (Russie). C'est la seconde fois que le Congrès des chemins de fer se réunit. Il doit, par conséquent, en être arrivé à donner des résultats pratiques.

Nous tous, représentants des Gouvernements ou des diverses Compagnies du monde entier, nous venons ici pour nous éclairer d'une façon complète sur les questions qui sont portées à l'ordre du jour du Congrès. Si l'on reste dans le vague, si l'on se borne à présenter des conclusions peu précises et platoniques, le but du Congrès et le but de la mission que nous avons à y remplir ne sera pas atteint. Nous avons tous les moyens de nous éclairer, puisque nous comptons parmi nous des ingénieurs spécialistes pour ainsi dire dans toutes les parties de l'exploitation des chemins de fer. Soyons donc un peu plus catégoriques. A quoi bon dire, par exemple, au second Congrès, comme on vient de nous le proposer, que les traverses métalliques *peuvent* être employées, alors qu'il est de notoriété publique que plusieurs pays les emploient sur une grande échelle, alors que nous savons, ainsi que l'a fait remarquer le rapporteur, qu'il est des nations qui en ont jusque 5,000 kilomètres et qu'on en fait un très grand usage en Allemagne, en Belgique et ailleurs! Du moment que l'emploi est si général, ne serions-nous pas autorisés à déclarer que cet emploi est bon et peut être utilisé avec avantage? Ainsi, du moins, nous aurions une conclusion positive, tirée de l'expérience qu'ont faite les plus grandes Compagnies. Je voudrais qu'on allât plus loin et qu'on indiquât le mouvement des wagons qui s'est fait sur les traverses métalliques, la charge du matériel roulant qu'elles ont eu à supporter, les conditions du sous-sol, afin que nous fussions en présence de résultats précis. Les facteurs qui agissent sur la voie sont

un des éléments les plus importants d'appréciation en pareille matière. Dans le rapport de M. Kowalski, il y a des indications précieuses, mais il faut que nous soyons éclairés plus complètement sur les éléments de comparaison. On a dit notamment que les traverses métalliques ont été d'un bon emploi lorsque le ballast était bon. Ici, en Italie, on nomme mauvais ballast ce qui serait chez nous notre meilleur ballast ! Voilà un point à élucider. Je ne veux pas m'arrêter à en citer d'autres. Mais nous tous, qui sommes délégués de gouvernements ou de Compagnies, quand nous rentrerons chez nous, nous aurons à faire un rapport, et quand on nous demandera à quoi nous sommes arrivés, il faudra bien que nous disions : « Au second Congrès des chemins de fer, les données n'ont pas été suffisantes pour en tirer des conclusions, mais on a indiqué la voie à suivre pour obtenir plus tard des renseignements plus positifs. » Afin d'atteindre un but pratique, je me permets de faire la motion suivante :

« La Commission internationale qui sera appelée à organiser les Congrès futurs doit prendre les mesures nécessaires afin que les conclusions des sections ainsi que des assemblées plénières soient exprimées en termes plus catégoriques et non pas d'une manière exclusivement académique. » (*Hilarité.*)

M. Lommel. M. de Sytenko nous a soumis, en séance de la section, une observation analogue, mais lorsque le débat était clos. Le président de la section et toute la section avec lui, je pense, ont cru qu'il n'y avait pas lieu de rouvrir la discussion. M. de Sytenko m'a fait part alors de son intention de porter la question devant l'assemblée plénière. Pour qu'un congrès puisse travailler utilement, on doit commencer par recueillir des renseignements de droite et de gauche. On a observé cette règle dans l'organisation de ce Congrès. Le rapporteur de cette question, M. Kowalski, s'est adressé à tout le monde. Les uns lui ont répondu, les autres ont gardé le silence. En fin de compte, M. le rapporteur a dû se servir des documents qu'il avait et non pas des documents qu'il aurait désiré recevoir.

La même chose arrivera désormais encore : si le Congrès pose à nouveau un certain nombre de questions, il y aura certainement encore des États ou des Compagnies qui ne répondront pas ; viendra-t-on nous objecter, de nouveau, que nos documents ne sont pas complets ? Nous avons fait ce que nous pouvions faire et notre discussion, très nourrie, n'a certes pas été infructueuse.

M. de Sytenko dit que notre rédaction est académique. Mais cette rédaction est académique par la force même des choses, attendu qu'elle doit être la résultante des opinions exprimées. Vous ne pouvez pas vous arrêter à des axiomes ou thèses

absolues. Sur cinquante membres, cinq seraient d'accord avec vous; les quarante-cinq autres ne partageraient pas votre opinion. Ce qui est vrai dans certaines conditions ou milieux cesse de l'être dans d'autres.

Nous devons chercher à nous entourer de toutes les lumières possibles; mais si la même question était exposée à une prochaine session du Congrès, avec des renseignements encore plus complets que les nôtres, nous arriverions également à une rédaction académique.

Nous avons cependant fait un pas depuis la dernière session : un grand résultat est acquis; les traverses métalliques ont gagné du terrain. L'expérience est plus positive; il y a plus de raisons d'employer des traverses métalliques. A la prochaine session, vous irez peut-être un pas plus loin encore dans vos affirmations, mais vous ne poserez, pas plus qu'aujourd'hui, un dogme absolu. Vous direz comme maintenant : « Les traverses sont bonnes dans beaucoup de circonstances, quand le fer est à bas prix, quand on est à côté des lieux de production, quand d'autres conditions encore se présentent. Ces conditions sont infiniment variables. »

Au dernier Congrès de Bruxelles, un de nos collègues disait : Nous avons beaucoup de raisons, dans les Indes, de poser des traverses de fer, parce que si nous employions des traverses de bois, elles seraient mangées au bout de quinze jours par les fourmis. Certes, la raison était bonne, mais elle était absolument locale et ne se prêtait pas à une règle ou conclusion générale.

Le reproche que me fait M. de Sytenko...

M. de Sytenko. Ce n'est pas un reproche.

M. Lommel. L'observation de M. de Sytenko, que nous arrivons à des conclusions académiques, est donc inhérente à la nature même d'un congrès. Il faut chercher une opinion moyenne. Vous ne pouvez pas proposer des formules trop absolues, parce qu'elles ne réuniraient jamais une majorité, et elles cesseraient d'être généralement vraies.

M. de Sytenko. Dans le rapport de M. Kowalski, dont M. le président vient de parler, il est dit que plusieurs Sociétés n'ont pas répondu aux questions qui leur ont été adressées par M. le rapporteur. Mais qui peut assurer qu'à la troisième session il n'y aura pas de réponses aux questions posées? Je suis convaincu que la majorité des administrateurs et des ingénieurs consentira à nous fournir ces données. Je demande que la commission organisatrice prête attention à cette question. Je ne vois pas la raison pour laquelle M. le président de la 1^{re} sec-

tion s'est élevé contre la motion que j'ai présentée. Cette motion va parallèlement à la conclusion de la 4^e section, concernant les renseignements techniques. Ce que je dis est pour l'avenir, en vue de faciliter la résolution à prendre sur cette question.

M. le Président. Il est certainement désirable que les administrateurs de chemins de fer envoient aux rapporteurs et à la Commission internationale tous les renseignements qui leur sont nécessaires pour traiter complètement les questions. Si on ne les fournit pas, nous devons bien traiter les questions avec les données que nous avons. Votre proposition est très bonne; c'est un des désirs que j'avais moi-même l'intention d'exprimer. J'ai là tous les rapports: j'ai pu voir que toutes les Administrations de chemins de fer ont envoyé très peu des données réclamées et qui sont absolument nécessaires. Quant à la 1^{re} section, elle ne pouvait agir autrement qu'elle ne l'a fait.

M. de Sytenko. Je demande le renvoi de ma proposition au jour où les questions de règlement seront traitées.

M. le Président. Alors nous sommes d'accord.

M. Griolet (France). Ne pourrait-on donner une satisfaction entière à l'honorable préopinant en demandant aux Associations et aux Compagnies d'arrêter les renseignements sur les traverses métalliques dans la forme de tableaux analogues à ceux qui ont été dressés pour les locomotives par le secrétaire de la 4^e section, chargé de la quinzième question? Ce serait probablement une conclusion très intéressante de ce qui a été arrêté à cet égard.

M. Lommel. Le tableau demandé par M. Griolet a été envoyé à toutes les Administrations. Il est imprimé dans le rapport de M. Kowalski.

M. Kowalski (France). C'est précisément parce que les documents envoyés à la Commission internationale par les Compagnies adhérentes étaient fort rares, que je me suis permis d'adresser personnellement à celles des Compagnies qui ont une certaine expérience des traverses métalliques un questionnaire, que je me suis attaché à faire aussi complet que possible. Presque toutes les Compagnies ont bien voulu me répondre, et un certain nombre d'entre elles ont pris la peine de le faire de la façon la plus détaillée; j'ai été très heureux des renseignements qui m'ont été ainsi communiqués, et je suis bien aise d'avoir l'occasion d'en remercier les Compagnies.

J'ai résumé, dans mon rapport, les réponses des Compagnies sous la forme d'un tableau qui remplit douze pages en petits caractères; il est donc difficile d'admettre, comme le dit M. de Sytenko, que nous sommes sans renseignements et que nous discutons dans le vide. Si M. de Sytenko veut bien prendre la peine de lire en détail le tableau qui termine mon rapport, il y trouvera la réponse à la plupart des questions qui l'intéressent : nature du lallast employé dans les essais, nature et intensité du trafic supporté par les traverses essayées, résultats obtenus au point de vue financier et au point de vue technique, etc., etc.

Il est évident, d'ailleurs, que, tout comme M. de Sytenko, je serais charmé que nous puissions être en possession, lors du prochain Congrès, de renseignements encore plus complets.

M. de Sytenko. C'est en prenant note des données qui figurent dans le rapport que j'ai vu qu'elles étaient insuffisantes. Elles n'ont pas d'unités semblables qui permettent de les comparer.

Je ne sais pas pourquoi ma proposition paraît désagréable à ces messieurs. Ce que je demande, c'est d'avoir plus de détails, des données plus complètes. La résolution du Congrès concernant les renseignements techniques justifie, d'ailleurs, ma motion.

Je suis convaincu qu'à la troisième session du Congrès on apportera des rapports plus complets. Mais si l'on s'abstenait d'indiquer ce qui manque à ces rapports, l'imperfection ne serait pas corrigée. Je n'ai pas voulu critiquer les conclusions de la 1^{re} section, j'ai seulement profité de l'occasion qu'elle m'offrait de présenter ma motion.

Je demande que la discussion en soit renvoyée au moment où l'on s'occupera de la rédaction du règlement général.

M. le Président. Il en sera ainsi.

Personne ne demandant plus la parole, je mets aux voix les conclusions de la 1^{re} section.

— Ces conclusions sont ratifiées.

ANNEXES

ANNEXE A

Note sur un nouveau modèle de traverses métalliques des chemins de fer de l'Ouest français, par M. Jules Morandière, ingénieur des études du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Ouest français.

(PLANCHE IV)

La planche IV donne les dessins de deux types de traverses essayés depuis quelque temps à la Compagnie de l'Ouest. L'expérience a montré que la traverse du type I doit seule être employée, parce qu'elle se bourre bien, et parce qu'elle se trouve, sous le rapport de la stabilité, dans les mêmes conditions que la traverse en bois.

La traverse consiste en un fer en U posé à plat et sur lequel les coussinets sont *fundus* à la coulée, de telle sorte qu'il n'y a aucune agrafe. Le poids est sensiblement celui de la traverse en bois avec ses coussinets, savoir : 130 kilogrammes, dont 74 kilogrammes de fer et 56 kilogrammes de fonte.

L'adhérence parfaite de la fonte et du fer peut être obtenue de plusieurs manières.

L'usine de M. Chassée, au Mans, qui a fait les premières traverses, a pris un brevet pour le procédé de fabrication qu'elle a employé.

Les dessins de la planche IV sont relatifs au rail à double champignon, et aucune étude spéciale n'a été faite pour le rail Vignole, bien que la Compagnie possède environ 1,900 kilomètres de lignes avec des rails Vignole de 30 kilogrammes. Mais dans la pensée de la Compagnie, l'emploi du coussinet pour le rail Vignole s'impose sur les lignes dont le tracé est accidenté en plan et en profil. Déjà les coussinets ont été ajoutés sous près de 400 kilomètres de voies en rails Vignole. Dans ces conditions, la traverse métallique, si on devait l'employer, ne différerait de celle du dessin que par la forme du coussinet.

ANNEXE B

Note sur la question des traverses métalliques, par l'Administration du North Eastern Railway (Grande-Bretagne) ⁽¹⁾

(Traduction)

Rapport du « district engineer » de la division du Nord. — Des traverses métalliques ont été posées, mais depuis trop peu de temps pour qu'on puisse se faire une opinion bien exacte de leur

(1) Déposé sur le bureau du Congrès par MM. John Cleghorn, membre du conseil d'administration, et C.-N. Wilkinson, secrétaire.

valeur au point de vue économique ou technique ; cependant elles ont jusqu'ici donné une voie bien conditionnée.

Rapport du « district engineer » de la division centrale. — L'emploi de traverses métalliques sur cette division n'a été fait jusqu'ici qu'à titre d'essai, et on ne peut en tirer de conclusions raisonnées sur leur économie ou leur valeur pratique.

Rapport du « district engineer » de la division du Sud. — Au point de vue de l'économie, aussi longtemps que des coussinets de fonte peuvent être achetés pour moins de 3 livres sterling (75 francs) par tonne, et des traverses de pin créosoté pour 3 shillings 4 pence (4 fr. 10 c.), il n'est pas vraisemblable que l'on posera des traverses métalliques d'une façon extensive.

On a trouvé dans la division du Sud de ce railway que la durée moyenne des traverses de bois créosoté est de plus de quinze ans, la durée moyenne d'un coussinet de fonte étant un peu inférieure. On n'a pu déterminer quelle est la durée d'une traverse métallique d'une section assez faible pour ne coûter que 6 à 8 shillings (7 fr. 50 c. à 10 francs). Mais il est probable que pendant cette durée il y aurait quelque économie dans l'entretien.

Sous le point de vue technique, je trouve qu'une voie posée sur traverses métalliques peut aisément être maintenue au haut degré d'excellence demandé sur un railway de premier ordre, ou bien qu'en pratique, la dépense annuelle d'entretien pourra être un peu moindre qu'avec les vieux coussinets de fonte et les traverses de bois.

III^e QUESTION

PONTS MÉTALLIQUES



Quels sont les résultats obtenus par l'emploi de l'acier dans la construction des ponts métalliques et quelle extension peut-on donner à l'usage de ce métal dans ce genre de construction ?

III. QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
1 ^{re} note par l'Administration des chemins de fer méridionaux (Italie).	III — 3
2 ^e note par M. L. Derote	III — 12
Discussion en section	III — 34
Discussion en séance plénière et conclusions	III — 66

1^{RE} NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER MÉRIDIONAUX (ITALIE)

INTRODUCTION.

La question dont nous allons nous occuper a déjà été traitée dans la 1^{re} section (construction de la voie courante, question XXVIII) de la dixième assemblée technique des Administrations faisant partie de l'Union (*Verein*) des chemins de fer allemands, tenue à Berlin les 14 et 15 juillet 1884. Le rapporteur (Direction royale à Elberfeld) a conclu que l'expérience acquise ne permettait pas de porter un jugement certain sur les résultats de l'emploi de l'acier dans la construction des ponts de chemins de fer, attendu que l'emploi de ce métal était encore très restreint.

On a beaucoup étudié, dans ces dernières années, les propriétés de l'élasticité et de la résistance de l'acier, et l'on a établi actuellement avec certitude quelles doivent être les qualités les plus propres à rendre ce métal utilisable dans la construction des ponts. D'autre part, les progrès de la métallurgie permettent d'obtenir préalablement tous les différents aciers qu'on peut désirer pour satisfaire à toutes les conditions imposées dans les cahiers des charges.

Les résultats obtenus à l'aide de nombreuses expériences exécutées avec une précision rigoureuse, ont conduit à la découverte de principes du plus haut intérêt et donnant lieu à des conclusions qui sont quelquefois en contradiction avec les usages et les prescriptions encore en vigueur pour la construction des ponts métalliques.

Variations de l'élasticité et de la résistance.

Les travaux les plus récents sur les variations de la limite d'élasticité ont beaucoup contribué à éclairer la question de la rupture des pièces métalliques sous l'action d'efforts indéfiniment répétés, tels que ceux qui ont lieu au passage des trains sur les ponts métalliques. Il est à espérer que les résultats de ces travaux modifieront l'opinion assez généralement répandue sur la modification de structure de l'acier, car les dernières expériences de M. Bauschinger, professeur à l'École polytechnique de Munich, ont démontré que l'altération de la section constatée et étudiée par M. Spangeberg se trouve localisée dans le voisinage immédiat de la surface de rupture et se produit peu d'instants avant la rupture même, et que la résistance à la rupture peut être augmentée.

Toutefois, le moindre défaut de la pièce ayant une influence considérable (notamment dans les pièces obtenues par voie de fusion), il s'ensuit que, pour se mettre à l'abri de tout accident, on doit exiger pour la construction des ponts une qualité d'acier très parfaite.

On pourra alors employer des coefficients de résistance variant d'une façon continue, suivant le rapport des efforts minimum et maximum que supportent les pièces.

M. Bauschinger a démontré que, sous l'influence du temps, la limite d'élasticité, momentanément abaissée sous l'action d'une charge, se relève et dépasse la valeur primitive; on peut en déduire une conséquence très intéressante pour les ponts en cours d'exécution. On sait, en effet, que, pendant le montage et le lançage, les différentes parties de la construction sont généralement sollicitées par des efforts plus grands que ceux en vue desquels elles ont été calculées, et que, après cette période de sollicitations anormales, succède une longue période de repos. Il s'ensuit que la limite de grande extension (*Streckgrenze*) se relève, que la dépression momentanée de la limite d'élasticité disparaît et que la limite même devient plus élevée. Au contraire, quand la répétition a lieu avec une grande rapidité, cette dépression semble pouvoir amener la rupture, n'ayant pas le temps de dépasser sa valeur primitive.

Le même auteur ayant constaté que le refroidissement lent diminue d'une quantité très petite la limite d'élasticité et celle de grande extension, l'on peut en déduire que le travail de confection des pièces destinées à la construction d'un pont en acier ne modifie pas sensiblement l'équilibre élastique intérieur du métal, tant que la température se maintient entre le rouge-cerise clair ou le rouge sombre et la température du milieu où l'on travaille. Lesdites températures sont les plus convenables pour les travaux de préparation des différentes pièces.

Épreuves à la traction.

Les études de M. Considère ont mis en évidence l'importance qu'on doit donner à la striction dans les épreuves à la traction. On a, en effet, la valeur maximum de l'effort total supporté par le barreau au moment où la striction commence à se manifester, et cet effort diminue ensuite graduellement jusqu'à ce que la rupture se produise.

Le rapport entre l'allongement A de striction et l'allongement a mesuré entre les points de repère, pour une même résistance de striction, est voisin de 2 pour les aciers simplement carburés et de 3,5 pour les aciers riches en manganèse.

L'on appréciera, dans des conditions comparables, la résistance à la rupture par traction et l'allongement correspondant à différents échantillons d'acier, si l'on opère sur des barreaux d'épreuve dont les sections restent à peu près semblables à elles-mêmes, et si l'on adopte un rap-

port constant entre le carré de la longueur mesurée entre les points de repère, et la surface de la section transversale.

Les chemins de fer méridionaux italiens exigent dans les cahiers de charges, autant pour le fer que pour l'acier (exemple, fermes de la gare de Palerme et de la gare d'Ancone), que les barreaux aient une longueur entre repères égale à dix fois le diamètre, si la section est circulaire, ou à dix fois la diagonale si la section est rectangulaire. On a toutefois appliqué la méthode précédente aux épreuves des fers destinés à la construction du viaduc de Paderno (arc de 150 mètres de corde avec piles, soutenant une travée continue pour chemin de fer et route provinciale). Tous les barreaux étaient rectangulaires; la largeur de la section était égale au double de l'épaisseur, et le rapport entre le carré de la longueur et la section transversale était égal à 120.

Résistance à la flexion.

Les travaux de M. Considère ont démontré que lorsque la flexion est poussée au point de dépasser la limite d'élasticité, l'axe neutre ne passe plus par le centre de gravité et s'éloigne d'autant plus des fibres extrêmes tendues, que la déformation est poussée plus loin, ce qui donne lieu à une augmentation de la surface de la section qui travaille à la traction. C'est dans les fibres extrêmes que se produisent l'allongement de striction A et la résistance de striction R^s au moment où a lieu la rupture par flexion.

Quant à la résistance, à la rupture, le rapport des efforts totaux que les aciers peuvent supporter par flexion et par traction peut varier de 2.43 à 1.00, suivant que le métal est plus ou moins ductile.

Les déformations que les aciers extra-doux subissent par la flexion sont 20, 25, 30 et jusqu'à 40 fois plus fortes que celles qui se produisent dans les aciers durs, tandis que dans la traction simple, les aciers extra-doux sont à peine 3 fois plus déformables que les aciers les plus durs.

On arriverait donc à des résultats inexacts, si l'on croyait pouvoir déduire de la résistance à la traction la valeur d'un acier par rapport à la flexion et réciproquement. Ainsi, par exemple, le moment de flexion, qui produit une déformation notable, est 1.40 fois plus fort que la valeur correspondant à la tension qui produit des déformations égales en agissant par traction simple.

Les nouvelles propriétés qui ont été reconnues à la flexion font voir comment on peut surélever la limite de travail dû à la flexion vis-à-vis de celle à la traction, et expliquent la grande résistance que les aciers doux présentent à la rupture par flexion.

Poinçonnage.

La bague qui forme la paroi intérieure du trou poinçonné est constituée d'une qualité d'acier ne pouvant subir aucune déformation sans se briser. L'acier mis au contact du poinçon reçoit un écrouissage intense qui, tout en augmentant sa résistance, en diminue considérablement l'allongement avant la rupture.

Le métal écroui se brise dès que l'allongement de la barrette, dû à l'acier qui se trouve en dehors du partour du trou poinçonné, atteint le faible allongement que peut supporter la partie écrouie, et la rupture de cette dernière entraîne celle de toute la section avant que le reste du métal ait pu subir une tension élevée. La perte de résistance due au poinçonnage est alors de 20 à 35 p. c., suivant le degré de ductilité de l'acier.

La trempe diminue cette perte de résistance, le recuit préalable l'augmente et le recuit fait après le poinçonnage ou l'enlèvement au foret d'une zone de 1 à 2 millimètres autour du trou (alésage) suffit pour faire disparaître l'écrouissage et rendre au métal une homogénéité com-

plète et sa résistance normale, c'est-à-dire égale à celle des tôles forées. L'alésage est le moyen le plus économique et le plus pratique pour faire disparaître l'altération résultant du poinçonnage. Cette opération est nécessaire, car les constructions doivent être en état de pouvoir se déformer sans se briser sous des efforts accidentels dépassant la limite d'élasticité.

Rivure.

L'adhérence produite par la tension longitudinale des rivets résiste à elle seule aux efforts auxquels les assemblages sont soumis, et tout effort supérieur à l'adhérence exercé alternativement sur un rivet dans les deux sens opposés, disloque l'assemblage et le fait ferrailer rapidement. Dans les constructions établies suivant les règles ordinaires, la rupture des tôles assemblées aurait lieu sans que les rivets travaillent à plus de 60 p. c. de l'effort qui amènerait leur rupture.

Déformations des assemblages.

Les sections poinçonnées, et non recuites ni alésées, se rompent avant que les sections entières aient dépassé la limite d'élasticité et aient pu subir un allongement suffisant pour permettre une déformation importante de la construction. Si le métal est foré ou recuit ou alésé, la barre subira un allongement vingt-cinq fois plus grand que celui de la même barre simplement poinçonnée.

Les constructions doivent être en état de se déformer sans se briser sous des efforts accidentels dépassant la limite d'élasticité, tels que ceux qui résultent des dilatations, des tassements, des erreurs d'installation, etc.; il s'ensuit que la sécurité à cet égard dépend uniquement de la faculté de se déformer. On a observé, en outre, que les trous s'ovalisent et que les rivures glissent avant que la construction se rompe; et c'est à ces effets que l'on doit attribuer la conservation de certains ouvrages, malgré les défauts de construction qu'ils présentent.

Expériences faites en Italie par les chemins de fer méridionaux.

Les tensions intérieures anormales diminuent la solidité des assemblages d'une façon très notable, et pour étudier cette question très intéressante, la direction des travaux des chemins de fer méridionaux italiens, a fait exécuter des expériences en se servant du micromètre multiplicateur du savant et regretté ingénieur Albert Castigliano. Nous allons exposer les conclusions auxquelles on est parvenu à la suite de ces expériences.

Une pièce quelconque dans ses rapports avec l'ensemble de la construction, pour ce qui regarde les assemblages, peut être considérée sous deux points de vue tout à fait différents :

1° L'usure des assemblages à l'extrémité de la pièce en question entraîne une variation du degré d'encastrement donné à la pièce lors de la construction et, par conséquent, une variation de l'effort maximum que peuvent supporter les assemblages;

2° Un complexe de pièces assemblées entre elles se comporte comme un ensemble de systèmes élastiques et la déformation de l'ensemble dépend, soit des déformations de chaque système pris isolément, soit de celles déterminées dans les pièces rivées l'une à l'autre, par le progrès de l'usure des assemblages. Par conséquent, l'étude de l'usure dans les assemblages doit se considérer tant sous le rapport de l'influence qu'elle exerce sur une pièce donnée, que sous celui de l'influence exercée sur un complexe de pièces.

1° En étudiant l'influence des variations de température dans les lectures micrométriques,

on a déterminé les efforts maxima de tension S_t et de compression S_c , de la barre expérimentée, à l'aide des formules :

$$S_t = \frac{L'_t - L_t}{n D} \frac{E}{t - t_2} (T - T_2); \quad S_c = \frac{L_c - L'_c}{n D} \frac{E}{t_1 - t} (T_1 - T)$$

où : T est la température de montage, T_1 et T_2 les températures maxima et minima du métal dans la localité où est établie la construction, t la température à l'instant des lectures micrométriques initiales, t_1 et t_2 les températures maxima et minima pendant la période des observations micrométriques, L_t et L'_t les deux lectures de l'aiguille de tension, L_c et L'_c celles de l'aiguille de compression, n le module du micromètre en appelant ainsi le rapport entre le déplacement des aiguilles et celui des supports, L la longueur du micromètre et E son coefficient d'élasticité supposé égal à celui de la barre qu'on expérimente.

Les efforts S_t et S_c que l'on détermine de cette manière sont des fonctions inconnues des assemblages aux extrémités de la pièce, et la connaissance de ces efforts par le micromètre permet de remonter au degré d'encastre.

Si la température augmente de t à t_1 , l'on a un effort de compression par unité de surface et pour chaque degré de température :

$$F_c = \frac{L_c - L'_c}{n D} \frac{E}{t_1 - t}$$

Supposant la pièce parfaitement encastree, la déformation αD pour un degré ne peut se vérifier, l'effort qui empêcherait cette déformation serait donné par la formule :

$$F'_c = E\alpha$$

Posant $A = L_c - L'_c$ (déplacement de l'aiguille), $\Delta t = t_1 - t$ (variation de température pendant les observations), et appelant *degré d'encastre* i le rapport entre l'effort qui se produit réellement dans la pièce et celui qui se produirait si la pièce était encastree de la façon la plus absolue, on a :

$$i = \frac{1}{\alpha n D} \frac{A}{\Delta t}$$

Les micromètres employés avaient $D = 1,000$ millimètres, $n = 20$ et prenant pour le fer et l'acier le coefficient de dilatation linéaire $\alpha = 0,0000124$, on obtient :

$$i = \frac{A}{0.248 \Delta t} = \frac{4A}{\Delta t}$$

Pour les pièces libres, on aurait $A = 0$, $i = 0$; pour celles parfaitement encastrees, $i = 1$, $A = \frac{1}{4} \Delta t$, et pour tous les cas de la pratique, $A < \frac{1}{4} \Delta t$. La formule qui donne le degré d'encastre i n'est qu'une conséquence de la définition même et n'a rien d'arbitraire sur le mode de fonctionnement des assemblages. Elle peut aussi servir à déterminer l'usure des assemblages si sous cette dénomination on entend la variation du degré d'encastre.

En effet, si après une certaine période de temps et pour une même variation Δt de température observée pendant l'expérience, on a une lecture A_1 différente de A , l'expression

$$\delta = \frac{4}{t_1 - t_0} (A - A_1)$$

pourra servir à déterminer la mesure de l'affaiblissement de l'assemblage pendant la période de temps écoulé entre les lectures A et A₁. En procédant de cette façon, on aura un moyen rationnel pour savoir si l'usure donne lieu à un changement plus ou moins fort dans les conditions de sécurité de l'assemblage.

2° L'on peut maintenant étudier les effets produits par cette usure sur l'ensemble des pièces formant une construction, qui ne saurait être considérée comme un système composé, dépourvu de points singuliers tels que sont les assemblages.

La direction des travaux des chemins de fer méridionaux italiens, dans le but de s'assurer si le principe de la conservation des sections planes est toujours satisfait, fit entreprendre des expériences dans les grandes poutres à treillis sollicitées à la flexion par un train en mouvement. On a trouvé que ledit principe, pour être vérifié, aurait exigé des conditions qui rarement se réalisent dans l'exploitation d'un pont, mais d'après la quantité dont il s'éloigne on peut déterminer, à l'aide d'une formule expérimentale, le degré de *disjonction des assemblages* dans chaque section.

La formule contient les observations qu'on doit faire avec quatre micromètres, dont deux appliqués aux bords de la semelle supérieure et les deux autres aux bords de la semelle inférieure, de manière que les milieux des quatre micromètres se trouvent dans un même plan perpendiculaire à l'axe de la poutre.

Soient A'₁, A'₂, A'₃, A'₄ les déplacements des aiguilles de tension et A''₁, A''₂, A''₃, A''₄ ceux des aiguilles de compression. Le coefficient

$$K = 2 \left\{ \frac{A'_1 + A''_3 - (A'_2 + A''_4)}{A'_1 + A''_3 + A'_2 + A''_4} + \frac{A''_1 + A'_3 - (A''_2 + A'_4)}{A''_1 + A'_3 + A''_2 + A'_4} \right\}$$

donne une idée du degré des disjonctions des assemblages aux endroits de la section considérée.

La théorie donnerait toujours K = 0; mais, au contraire, les observations directes, ainsi que les conditions d'entretien, peuvent souvent servir à expliquer certains faits anormaux. Ainsi, dans le pont sur la Marecchia près de Rimini (ligne de Bologne à Ancône), on a trouvé une valeur minimum k = 0.342 et une valeur maximum k = 1.6818 parfaitement justifiées par certaines conditions locales inhérentes aux sections expérimentées.

Si l'on pouvait déterminer k à des laps de temps suffisamment éloignés et dans les mêmes conditions de surcharge, la différence des valeurs de k pourrait représenter en quelque sorte la mesure de l'affaiblissement des assemblages.

Les expériences qui précèdent appliquées aux constructions en acier offrent les données nécessaires pour s'assurer de la bonté des différentes pièces déjà éprouvées lors de la construction d'un pont, et servent, en outre, à découvrir quelque défaut intérieur. Enfin, après une certaine période d'exploitation de la construction et au moyen de charges statiques, appliquées toujours dans les mêmes conditions, on pourra s'assurer que les assemblages des différentes pièces composées n'ont point subi d'altérations et répondent à toutes les conditions d'une parfaite sécurité. Les assemblages étant les points singuliers des ouvrages en acier, il fallait indiquer quelque méthode pour s'assurer de leur invariabilité.

Conditions à exiger de l'acier.

Les résultats d'expériences sur la flexion et sur la rivure des pièces en acier démontrent que la résistance à la rupture n'est pas le seul élément qu'il y a lieu de considérer pour apprécier les

qualités de l'acier. Il faut, en effet, que la qualité de ce métal soit définie par l'allongement minimum qu'il pourra éprouver au moment de la rupture, et la valeur de la résistance à la rupture doit être la plus grande possible par rapport à l'allongement fixé d'avance.

L'allongement de l'acier mesure donc en quelque sorte la sécurité que l'on peut attendre de ce métal. L'insuccès des premiers ponts en acier construits en Hollande est dû justement à la circonstance d'avoir négligé cette condition et demandé à l'acier une trop grande résistance à la rupture.

Les aciers destinés à la construction des ponts devraient pouvoir subir un allongement de 22 p. c. pour la moyenne de toutes les épreuves correspondant à une même livraison sans qu'aucune épreuve isolée puisse donner un chiffre inférieur à 18 p. c. La résistance à la rupture par millimètre carré peut être fixée à 45 kilogrammes pour la moyenne des épreuves sans qu'aucune d'elles donne une valeur inférieure à 40 kilogrammes par millimètre carré.

Les tôles, les cornières et les barres destinées à la confection de rivets doivent de même être soumises à des essais ayant pour but de s'assurer que sous l'action de la trempe elles ne subissent aucune modification au point de vue de la ductilité. Il suffit pour cela de chauffer les barreaux jusqu'à les amener au rouge-cerise sombre, puis les tremper dans l'eau à 28° et les plier à la presse. Ils devront pouvoir prendre une courbure permanente, telle que le rayon minimum mesuré intérieurement ne soit pas plus grand qu'une fois et demie l'épaisseur du barreau et sans présenter de traces de rupture.

Résultats obtenus par l'emploi de l'acier.

En Italie, l'acier a été jusqu'ici adopté pour les ponts métalliques seulement dans les appareils de dilatation des grandes travées, tels que les ponts sur le Tessin, à Sestocalende, sur l'Adige, à Legnago, et sur le Pô, à Casalmaggiore.

A l'étranger surtout, les expériences de Duisbourg eurent pour conséquence de discréditer les ponts en acier, et c'est pour ce motif que dans le projet du pont de Bullay sur la Moselle (à double voie et pour route) les ingénieurs allemands, qui avaient d'abord prévu de faire en acier les pièces principales dans le but de réaliser une économie de 10 p. c. environ, ont employé exclusivement du fer pour l'exécution.

En Belgique, l'expérience faite au commencement de l'année 1885 sur deux poutres identiques, l'une en fer, l'autre en acier, construites dans les ateliers de Seraing, a démontré que la pièce peut se rompre brusquement : l'examen de la cassure a fait découvrir une fente préexistante dans le métal.

Les résultats de ces expériences prouvent qu'il n'est pas possible d'acquiescer une certitude absolue que les pièces d'acier après l'achèvement du travail n'aient subi des modifications intérieures. Par conséquent, il est nécessaire non seulement d'exercer une minutieuse surveillance dans les usines, afin d'avoir la certitude que toutes les précautions ont été prises pour une bonne exécution, mais aussi de s'assurer que toutes les pièces terminées soient soumises à des efforts de traction et de flexion supérieurs à ceux qu'elles sont destinées à supporter sous l'action de la surcharge d'épreuve.

Les ponts en acier exploités depuis quelques années ne peuvent donner les déformations anormales sous l'action des charges qu'ils doivent supporter dans les conditions normales. La crainte de rupture brusque peut avoir lieu seulement sous l'action d'efforts bien supérieurs à ceux-ci, quoique ces derniers soient inférieurs à ceux que pourraient supporter les pièces isolées du même métal.

En Angleterre et en Amérique, on a étudié avec diligence non seulement la vraie qualité du métal qu'on doit employer, mais surtout les moyens les plus sûrs de le travailler. C'est pourquoi les ingénieurs anglais et américains, avec la plus complète confiance et le plus grand entrain, se sont lancés dans une période d'application de l'acier aux grandes constructions.

En résumé, on peut en conclure que les résultats obtenus par l'emploi de l'acier dans les constructions exécutées avec les plus grands soins, selon les progrès de l'art, sont de nature à rendre recommandable l'extension rapide de ce métal et à faire abandonner les appréhensions que l'on nourrissait à l'égard de son emploi.

Quelle est l'extension à donner à l'acier dans la construction des ponts ?

La théorie démontre que si les travées en acier doivent fléchir comme celles en fer et supporter la même surcharge, on aura une réduction de la hauteur des poutres dans le rapport de 1 à 0.86, ce qui est important pour les grandes hauteurs. On aura encore une réduction, dans un rapport à peu près égal au précédent, des sections des semelles et du treillis, et une tendance des poutres à la déformation pendant l'opération du lançage, bien moindre que par le fer, car l'acier a plus de marge pour arriver à sa limite d'élasticité. Enfin, si l'emploi de l'acier est généralisé jusqu'aux entretoises, longerons, etc., le poids du tablier sera seulement les huit dixièmes de celui d'un tablier équivalent en fer, et comme le rapport du prix de l'acier et du fer mis en œuvre est inférieur au rapport inverse de dix huitièmes, on pourra réaliser en même temps une économie dans le poids et dans la dépense.

Le coefficient d'élasticité de l'acier dépasse de 10 p. c. celui du fer, et puisque la résistance de l'acier est plus grande que celle du fer dans une proportion plus forte que 10 p. c., il s'ensuit que les déformations seront plus fortes pour l'acier que pour le fer, vu les plus grands efforts auxquels l'acier est soumis. L'effet dynamique de la charge roulante supposée 1.40 fois plus élevée que la charge d'une travée en fer du même type, n'est que de 1 p. c. plus forte que l'effet dynamique de la même travée en fer, comparé à l'effet statique. Il s'ensuit que les objections qu'on faisait sur l'emploi de l'acier pour les grandes ouvertures en ce qui concerne la diminution de la raideur n'ont aucune importance pratique. Au contraire, la flexibilité de l'acier forme une condition essentielle pour la sécurité d'un pont en ce qui concerne les assemblages.

Désormais, il semble prouvé, par les applications de l'acier dans les grands ouvrages d'Amérique et d'Angleterre, que la convenance de l'emploi de l'acier est en raison de l'ouverture des ponts.

M. Dallot a déterminé par une formule le rapport entre le poids du fer et celui de l'acier pour un même pont, c'est-à-dire un pont de la même ouverture et du même type, pourvu que le poids du plancher soit peu considérable par rapport à celui des poutres, ce qui a lieu pour les grands ouvrages. On a :

$$\frac{p}{p'} = \frac{1+m}{m} \left(\frac{R'}{R} - \frac{1}{1+m} \right),$$

dans laquelle p représente le poids par mètre courant de travée du fer nécessaire pour la construction d'un pont ; p' , celui de l'acier pour le même pont, tout en conservant le même type pour la construction, R' le travail du fer, R celui de l'acier et m le rapport entre la surcharge par mètre courant et le poids p .

Si l'on voulait appliquer cette formule au grand viaduc de Paderno, qu'on doit construire pour la traversée de l'Adda afin de livrer passage au chemin de fer Ponte-San-Pietro-Seregno et à la

route provinciale, elle conviendrait parfaitement et on y trouverait une notable économie; mais il est fort douteux que cette économie serait réellement obtenue, car on aurait à ajouter tous les frais d'installation pour travailler l'acier.

Ces frais seraient justifiés et compensés seulement dans le cas où l'on aurait à construire en acier un certain nombre de ponts de grande ouverture.

La formule de Dallot appliquée aux principaux ouvrages démontre qu'à partir de 50 mètres d'ouverture il convient d'employer l'acier, et cet avantage augmente très rapidement au delà de 100 mètres.

Quelquefois, l'emploi de l'acier, plus que par une considération d'économie, peut être imposé par la *possibilité* même de l'exécution. Cela a lieu dans les ouvrages exceptionnels, dans lesquels en augmentant la section et, par conséquent, le poids des fers, les efforts produits par le poids propre de la construction augmentent aussi dans un rapport plus élevé et dépassent la limite de résistance du fer. Ainsi, dans le pont du Forth, si, au lieu d'employer l'acier travaillant à 12 kilogrammes par millimètre carré, on voulait employer le fer, ce dernier métal devrait travailler à un coefficient un peu plus élevé que 8*4 par millimètre carré.

Pour les grandes ouvertures, l'économie trouve son application dans le type des ponts en arc. En effet, puisque le type d'un pont en arc se recommande pour les grandes ouvertures par sa légèreté supérieure à celle des poutres droites, il s'ensuit que le choix du type doit être complété par l'emploi d'un métal d'une plus forte résistance.

Conclusions.

Si les ateliers sont suffisamment pourvus d'outillage pour travailler l'acier, on peut en conclure que pour les ouvrages de dimensions ordinaires, si l'on emploie l'acier au lieu du fer, il pourra arriver que l'augmentation due aux précautions et aux épreuves de toute sorte soit compensée par la diminution du poids et qu'il y ait économie à en généraliser l'emploi. Mais c'est surtout dans les grandes constructions que l'acier s'impose, soit au point de vue de l'économie, soit, comme on l'a vu pour le pont du Forth, pour la possibilité même de l'exécution.

Le rôle que joue le poids mort dans un grand ouvrage peut être tellement considérable qu'une diminution de ce poids peut entraîner une économie de 25 à 35 p. c. De plus, le montage d'un ouvrage bien plus léger serait simplifié au point de pouvoir donner lieu à une nouvelle réduction de la dépense.

Le prix de la mise en œuvre sera diminué lorsque la diffusion de l'emploi de l'acier aura transformé le matériel des ateliers et lorsque l'expérience aura démontré que quelques-unes des précautions et des épreuves qui semblent aujourd'hui nécessaires sont, au contraire, superflues.

L'Italie trouverait déjà prêt l'outillage ainsi que les méthodes nécessaires pour travailler l'acier. Il ne faut donc pas tarder à profiter des avantages que présente l'emploi de ce métal. Il ne reste qu'à faire des vœux pour que les constructeurs italiens trouvent toutes les facilités nécessaires, afin de leur permettre d'exécuter leurs constructions en employant l'acier.

Il est, par conséquent, désirable que beaucoup de grands ponts à exécuter justifient les dépenses nécessaires pour la transformation de l'outillage des ateliers de constructions métalliques.

2^e NOTE

PAR LÉON DEROTE

INGÉNIEUR EN CHEF DIRECTEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES DE L'ÉTAT BELGE,
DIRECTEUR DES CHEMINS DE FER EN CONSTRUCTION

Avant-propos.

L'État belge n'a fait pour ainsi dire aucun emploi de l'acier dans la construction des ponts métalliques de quelque importance. L'Administration des ponts et chaussées de Belgique ne se trouvait, en conséquence, nullement désignée pour traiter la question formant l'article III du questionnaire de la deuxième session du Congrès, question posée dans les termes suivants :

« Quels sont les résultats obtenus par l'emploi de l'acier dans la construction des ponts métalliques, et quelle extension peut-on donner à l'usage de ce métal dans ce genre de construction? »

Dans le courant du mois d'août écoulé, M. le président du Comité de direction fit connaître à l'Administration des ponts et chaussées de Belgique qu'il n'avait jusqu'alors reçu aucune communication en réponse à la question reproduite ci-dessus, et pria cette Administration de vouloir bien rédiger une note donnant le résultat des études qu'elle pourrait avoir faites sur ce sujet. « Une pareille note, même très succincte, vu le peu de temps qui nous sépare encore de l'ouverture de la deuxième session », écrivait l'honorable président, « pourrait servir de base aux discussions de la 1^{re} section du Congrès. »

L'Administration des ponts et chaussées accepta cette mission, malgré le peu de temps dont elle disposait, et l'ingénieur en chef directeur du service des chemins de fer en construction fut chargé de rédiger la note demandée.

Ce travail ne put être commencé que dans les premiers jours du présent mois de septembre, et le fonctionnaire qui en avait été chargé ne put y consacrer qu'un temps hors de toute proportion avec l'importance du sujet à traiter. Il voit, mieux que personne, à quel point son travail est incomplet, et il espère que ses collègues du Congrès voudront bien tenir compte des circonstances dans lesquelles la note a dû être rédigée. Il a été aidé dans ses recherches par un des ingénieurs

attachés au service des chemins de fer en construction, M. l'ingénieur principal Joniaux, et il saisit cette occasion pour remercier ce fonctionnaire de son obligeante collaboration.

Ceux de nos collègues qui liront cette note remarqueront, sans doute, qu'elle est prodigue en citations. Est-ce un mal? Nous ne l'avons point pensé. Il doit être, en effet, fort indifférent aux ingénieurs qui font partie du Congrès que tel ingénieur déterminé, faisant partie du corps des ponts et chaussées de Belgique, ait telle ou telle opinion sur l'importante question, encore si controversée dans bien des pays, de la supériorité ou de l'infériorité de l'acier par rapport au fer dans la construction des ponts métalliques. Ce qu'il convenait dès lors, nous semble-t-il, de soumettre à leurs méditations, c'était bien plutôt un ensemble de faits et d'opinions, résumant autant que possible la situation actuelle de la question et pouvant ainsi, comme le demande d'ailleurs l'honorable président, servir de base aux discussions de la 1^{re} section du Congrès. C'est ce que nous nous sommes efforcé de faire.

Il résulte suffisamment des explications qui précèdent que les opinions émises dans la présente note sont toutes personnelles à son auteur et n'engagent en aucune façon l'Administration des ponts et chaussées de Belgique, qui n'a pu ni l'examiner, ni même en prendre connaissance avant sa publication.

1. — Il y a aciers et aciers.

Tout le monde sait qu'il y a aciers et aciers, plus encore que fers et fers, c'est-à-dire que les différences de qualités entre les divers aciers sont encore plus tranchées qu'entre les divers fers. Ces différences sont telles que des chiffres *moyens* pour les coefficients d'élasticité, de résistance à la rupture, de limite d'élasticité, d'allongement, etc., etc., de l'acier ne peuvent offrir pratiquement aucune espèce d'utilité; il faut des chiffres moyens, distincts pour chacune des catégories d'aciers qu'il s'agit d'employer.

Cette pensée a été développée en excellents termes par M. Jordan, à la séance du 16 mai 1884 de la Société des ingénieurs civils de France (C. R. 1884, p. 556), et nous demandons la permission de les reproduire ici :

« Tout d'abord », disait cet ingénieur, « pardonnez-moi si j'en ne puis, encore moins maintenant qu'autrefois, m'habituer à entendre parler de l'acier, du fer, de la fonte, dans une discussion sur les applications; c'est pour moi comme si j'entendais discuter sur les propriétés générales du bois ou de la pierre. De même qu'il y a des bois de natures différentes (peuplier, gâfac, chêne, par exemple) employés à des usages différents, des pierres diverses (craie, granit, par exemple), il y a des aciers, des fers tout aussi différents par leurs provenances et leurs propriétés. Le fer qui sert à fabriquer les poutres de plancher, les rails, n'est pas le même que celui qui sert à fabriquer les fils de fer ou les chaînes. Un acier pour bandages n'est pas un acier pour limes ou burins, etc. Il faut, pour bien employer ces métaux, les spécialiser. Les consommateurs ont pour rôle, me semble-t-il, de reconnaître la nature du métal qui convient à une application donnée, comme les producteurs ont pour devoir de les aider autant qu'ils le peuvent à arriver à ce but et ensuite de leur fournir un métal constant et conforme au desideratum. »

2. — Qu'est-ce qui distingue essentiellement, au point de vue pratique, les aciers des fers ?

Voici, d'après le même ingénieur, M. Jordan, ce qui distingue essentiellement, au point de vue pratique, les aciers des fers :

« Les fers proviennent d'un mode d'affinage de la fonte dans lequel les grains solides de fer

« ont pris nature dans un bain de scories plus ou moins liquides. On les a agglomérés en chant par une compression énergique à expulser la scorie interposée, ce qui a procuré des fers bruts en barres ou en plaques de 30 à 40 kilogrammes chacune. Quelque soin qu'on ait pris, ces fers bruts sont plus ou moins hétérogènes, et, quand on veut obtenir des produits marchands, il faut classer les barres avec soin, les débiter ensuite en bouts de façon à former des paquets composés de mises de même qualité, chauffer ces paquets pour les souder, les comprimer encore pour expulser et la scorie primitive et celle qui se forme pendant ce second chauffage, avant de les laminier en barres ou en tôles. Avec ce mode de travail, il reste toujours de la scorie interposée entre les grains de fer ou entre les fibres formées par l'étrépage de ces grains : je ne veux pas parler seulement des fragments de scorie qui constituent les pailles visibles, mais de filaments presque imperceptibles que le microscope ou l'attaque chimique seulement permettent de déceler. *Je n'ai jamais vu un morceau de fer dans lequel on ne put découvrir des scories*, et je me rappelle que le regretté M. Lechatelier me le faisait déjà remarquer, il y a près de vingt ans. Dans une conférence faite à la Sorbonne en 1881, j'ai pu, au moyen du mégascope de M. Molteni, montrer à tout un auditoire combien les cassures de fers et d'aciers se différencient sous ce rapport. Les scories ont beau être presque invisibles à l'œil nu, elles n'en créent pas moins des défauts de soudage moléculaire. Aussi, une barre, une plaque de fer ne peut être considérée comme une masse homogène dont toutes les molécules résistent ensemble en se prêtant un mutuel secours lorsqu'elle a à supporter un certain effort. Il ne faut pas oublier du reste que, par suite du mode de fabrication des fers, l'influence de l'ouvrier est énorme, et la moindre irrégularité ou négligence dans les travaux du puddlage (200 kilogrammes par 200 kilogrammes), du cinglage, du classement des fers bruts, du paquettage, du réchauffage, peut amener une inégalité dans la constance des produits. Deux barres ou deux tôles, deux parties d'une même barre, peuvent différer dans leur qualité, soit parce qu'elles ne contiennent pas la même quantité de scorie, soit parce que celle-ci est différemment distribuée, soit parce que la nature intrinsèque des mises en ces endroits, n'était pas absolument la même. Comment s'étonner alors qu'on soit obligé de laisser une large marge pour ces éventualités, lorsque, connaissant la charge de rupture ou la limite d'élasticité, on veut adopter un coefficient de sécurité ?

« Il en est autrement des aciers, et je ne parle que des aciers fondus, les seuls du reste, suivant moi, qui méritent d'être distingués des fers par une dénomination spéciale. Ils sont produits par un affinage en grandes masses, pendant lequel le métal reste liquide et toujours séparé de la scorie qui peut être éliminée par une simple liquation. Un opérateur, qui n'est plus un simple ouvrier, mais souvent un ingénieur ou un chimiste, conduit lui-même une opération qui fournit jusqu'à 10,000 kilogrammes et plus d'un métal de toute première qualité, qu'on peut couler sans difficultés spéciales en un plus ou moins grand nombre de lingots. Ici, plus de solution de continuité dans une barre ou une tôle, toutes les molécules sont soudées et forment une seule masse. Ici aussi, constance des propriétés du métal, non seulement dans un même lingot ou dans une même coulée, mais aussi dans plusieurs coulées obtenues de la même façon : l'essai mécanique d'un échantillon ou son analyse chimique donne un critérium non pas absolu si l'on veut, mais qui n'existe pas au même degré pour les fers. De nombreux faits pratiques ont déjà montré aux constructeurs expérimentés la valeur réelle des essais faits sur des échantillons : aussi est-il naturel que, dans les pays où l'on fabrique le plus d'aciers, les ingénieurs adoptent pour le calcul de leurs pièces des chiffres bien moins différents que pour les fers de ceux fournis par l'essai des barrettes d'épreuve. L'acier est un métal qui se prête mieux à la théorie que le fer, si l'on peut parler ainsi. Quoi qu'il en soit, il me semble évident que l'avan-

- *tage spécial des aciers pour la construction* provient uniquement de leur mode de fabrication, et c'est le fait de provenir d'une fusion et de ne pas contenir de scorie incorporée, que je considère comme leur caractère spécifique.

« Mais il ne faut pas oublier que ce mode d'obtention est aussi la raison qui fait que les variétés d'aciers peuvent être plus nombreuses que celle des fers. Par suite de la fusion à haute température, les aciers peuvent conserver ou acquérir des teneurs en carbone, en manganèse plus élevées et plus diverses que les fers. On peut avoir des aciers carburés, durs, très résistants à la traction, s'allongeant relativement peu ; on peut avoir des aciers peu carburés, doux, à charge de rupture moindre et à allongement plus grand. On peut avoir des aciers qui durcissent par le refroidissement brusque, par la *trempe*, comme on dit, et d'autres qui ne durcissent pas, qui se comportent comme des fers doux qui seraient homogènes, des aciers qui sont sauvages et se cassent au coup de marteau et d'autres qui se soudent comme les meilleurs fers. Grâce aux progrès de l'industrie, les fabricants d'aciers paraissent être maintenant en possession des moyens de réaliser les desiderata techniques les plus variés des constructeurs, s'ils ne sont pas toujours ou partout en situation de faire face aux desiderata économiques. Mais ces aciers, plus variés que les fers, exigent aussi pour leur livraison des modes de travail plus variés que les fers. Ils ne peuvent tous être forgés, percés, coupés, soudés de la même façon et ils nécessitent un apprentissage qui n'est pas complet partout, bien que tous les jours on fasse des progrès sous ce rapport. C'est une seconde difficulté qui vient s'ajouter à celle indiquée tout à l'heure pour la vulgarisation de l'emploi des aciers. Je ne parle que des difficultés techniques, ne comptant pas toucher le côté économique de la question. »

Il n'est pas aussi simple qu'on le croyait jadis de distinguer nettement entre eux les divers métaux désignés sous les appellations génériques d'acier et de fer. C'est l'idée qu'a exprimée M. Grüner, en 1877, en indiquant, pour les fontes, fers et aciers, la classification suivante :

- On peut appeler *fonte* le produit fondu de la réduction des minerais de fer. C'est un fer impur qui n'est pas malléable, au moins à chaud, mais peut se tremper par refroidissement brusque.
- On donne le nom de *fer doux* au métal plus ou moins épuré, extrait de la fonte ou directement des minerais de fer, malléable à chaud et à froid, mais non susceptible de prendre la trempe.
- Et le praticien appellera *acier* tout produit intermédiaire, pouvant subir la trempe, mais restant malléable à chaud et à froid, s'il n'est pas trempé ; et ce métal sera l'acier, quelle que soit d'ailleurs la méthode suivie pour l'obtenir, extraction directe du minerai, affinage partiel de la fonte, ou recarburisation du fer doux. D'après cela, par ses propriétés comme par sa fabrication, l'acier est compris entre la fonte et le fer doux. *On ne peut même pas dire où commence, où finit l'acier. C'est une série continue qui part de la fonte noire la plus impure et aboutit au fer doux le plus mou et le plus pur.* »

3. — Nouvelle nomenclature des produits ferreux proposée par un comité international institué lors de l'Exposition de Philadelphie.

C'est ce qui a porté également un comité international, institué lors de l'Exposition de Philadelphie, à formuler, dans les termes ci-après, une *nouvelle nomenclature des produits ferreux* :

- « Considérant que la fabrication des fers doux malléables fondus, tant par les procédés Bes-

« semer et Siemens-Martin que par la fusion au creuset, semble réclamer une nouvelle nomenclature des produits ferreux, afin d'éviter tout malentendu ;

« Considérant, en effet, que le mot *acier*, par lequel ces fers doux sont désignés en Angleterre et aux États-Unis, dans les relations commerciales et dans les forges, ne les distingue pas des anciens aciers proprement dits, qui jouissent de la propriété spéciale de durcir par la trempe ;

« Considérant qu'une nomenclature commune à toutes les langues semble désirable, aussi bien au point de vue commercial qu'au point de vue scientifique, puisque déjà des procès sont engagés sur le vrai sens du mot *acier* ;

« Considérant enfin que le caractère définitif des fers fondus, doux ou durs, c'est-à-dire leur parfaite homogénéité due à la fusion, peut aussi bien être exprimé par un autre terme que le vieux mot *acier*, nom qu'il convient de laisser aux composés malléables du fer qui durcissent par la trempe ;

« Recommande l'adoption de la nomenclature suivante :

« I. — Tout composé ferreux malléable, comprenant les éléments ordinaires de ce métal, et obtenu soit par la réunion de masses pâteuses, soit par paquetage ou par tout autre procédé n'impliquant pas la fusion, et qui d'ailleurs ne durcit pas sensiblement par la trempe, bref, tout ce que l'on a désigné jusqu'à ce jour par le nom de *fer doux*, sera appelé à l'avenir *fer soudé*.

« II. — Tout composé analogue qui, par une cause quelconque, durcit sous l'action de la trempe et fait partie de ce qu'on appelle aujourd'hui *acier naturel*, *acier de forge*, ou plus particulièrement *acier puddlé*, sera appelé *acier soudé*.

« III. — Tout composé ferreux malléable, comprenant les éléments ordinaires de ce métal, qui aura été obtenu et coulé à l'état fondu, mais qui ne durcit pas sensiblement sous l'action de la trempe, sera appelé *fer fondu*.

« IV. — Tout composé pareil qui, pour une cause quelconque, durcit sous l'action de la trempe, sera appelé *acier fondu*. »

4. — Aciers durs et aciers doux.

Cette nouvelle nomenclature n'a point passé jusqu'aujourd'hui dans les usages, et l'on continue à se servir du vieux mot *acier*, en distinguant dans ce produit deux grandes divisions, l'*acier dur* et l'*acier doux*, divisions essentielles au point de vue pratique, parce qu'elles ne se rapportent pas aux modes de fabrication, fort indifférents au fond au consommateur, mais bien aux propriétés du métal qu'il s'agit de mettre en œuvre.

Les *aciers durs*, relativement très carburés, sont très résistants à la traction, avec faible allongement précédant la rupture : ils sont cassants, et dès lors d'un emploi souvent dangereux.

Les *aciers doux*, relativement peu carburés, sont moins résistants à la traction, mais s'allongent notablement avant de se rompre : ils sont malléables, et offrent beaucoup plus de sécurité que les aciers durs, notamment dans la construction des ponts métalliques, où seuls ils doivent être employés.

Cette subdivision est connue depuis de longues années, mais les ingénieurs n'envisageaient pas tous, naguère encore, aussi nettement qu'ils le font aujourd'hui, les différences radicales que présentent ces deux grandes divisions de l'acier ; et c'est pour ne pas les avoir suffisamment analysées que les ingénieurs qui, les premiers, ont assumé la responsabilité de construire de grands ponts métalliques en acier, ont commencé (ce qui était du reste fort naturel) par se préoccuper

trop exclusivement d'obtenir les aciers les plus résistants, sans voir les dangers résultant de ce que ce métal très résistant était, par contre, très cassant.

C'est en Hollande et en Autriche que ces premières tentatives ont eu lieu, et tous les ingénieurs savent que, dans ces deux pays, après avoir fait ce premier pas en avant, on a reculé. Il est intéressant de rechercher avec quelque précision les raisons d'être de ce pas en arrière des ingénieurs hollandais et autrichiens dans une voie où sont au contraire résolument entrés, depuis, les ingénieurs anglais et américains.

5. — Premiers ponts en acier en Hollande. — Expériences de Duisbourg.

Pour ce qui concerne la Hollande, où les premiers ponts rigides en acier datent de 1863, est-ce vraiment parce que l'acier dur qui y a été mis en œuvre a donné de mauvais résultats que l'emploi de l'acier a été abandonné peu après? Nous ne le pensons pas, et nos collègues des Pays-Bas pourront, avec toute compétence, nous rectifier à cet égard, si nous nous trompons. Nous croyons, au contraire, que, pas plus dans les premiers ponts d'ouvertures moyennes entièrement en acier, que dans les ponts à grandes ouvertures de Kuilenbourg, de Bommel, du Moerdijk, où l'acier n'est entré que pour une quote-part relativement faible, il ne s'est produit d'accidents résultant de cette circonstance que l'acier mis en œuvre était trop dur, trop cassant. Si nous ne nous trompons, les craintes des ingénieurs hollandais seraient nées à la suite des expériences de 1876 et 1877, faites dans des usines allemandes, à Duisbourg, d'après les instructions de l'Administration des chemins de fer de l'État néerlandais.

Voici comment ces expériences ont été relatées par M. Seirig, à la Société des ingénieurs civils de France, en 1884 :

- Des méfiances se sont produites à un certain moment et les ingénieurs ont été conduits à faire des expériences en grand pour s'assurer des résultats de ces constructions. L'établissement Harkort en a fait sur des poutrelles rivées, construites avec quatre matières différentes : de l'acier, rompant sous 84 et sous 66 kilogrammes; du flusseisen, qu'aujourd'hui nous appelons l'acier doux, rompant à 46 kilogrammes, et enfin avec du fer résistant à 39 kilogrammes.
- Les pièces soumises à la flexion jusqu'à la rupture ont montré que les premières perdaient, par le fait du travail, 41 p. c. et 26 p. c. de la résistance primitive, celles en flusseisen perdaient 23 p. c. et celles en fer seulement 6 p. c. La conclusion a été tout en défaveur de l'acier.
- D'autres essais du même genre ont été faits dans une autre usine avec des poutrelles de pont, composées d'une âme de 1000×9 , de quatre cornières de $90 \times 90 \times 10$ et de deux semelles de 220×10 . Ces pièces de 8 mètres de longueur entre appuis ont été chargées jusqu'à rupture. Le métal constituant résistait à 60 kilogrammes par millimètre, la tôle et la cornière donnant 17 p. c. d'allongement et 25 p. c. de contraction.
- Dans ces conditions, la perte de résistance a été de 37 p. c. pour l'une, de 27 p. c. pour la seconde et de 32 p. c. pour la troisième.
- La conséquence de ces essais a été de faire abandonner l'emploi de l'acier, par les ingénieurs hollandais, à peu près complètement. Nous n'avons pas eu connaissance qu'ils y soient encore revenus. »

Il est à remarquer que l'expérience sur la poutrelle rivée en « flusseisen, qu'aujourd'hui nous appellerions de l'acier doux, rompant à 46 kilogrammes », a paru, aux ingénieurs hollan-

dais, de nature à faire écarter ce métal, tout comme les aciers plus durs rompant sous 84 ou 66 kilogrammes, pour ne réserver leur confiance qu'au fer. Mais nos renseignements ne sont pas assez précis et complets en ce qui concerne les allongements que les divers métaux ainsi essayés auraient subis au moment de la rupture par simple traction pour qu'il nous soit permis de déclarer que le *Stusseisen* était bien, à tous les points de vue, ce que nous appellerions aujourd'hui de l'acier doux, comme le pense M. Seirig. En outre, nous nous demandons si la conclusion que les ingénieurs hollandais ont tirée de ces intéressantes expériences est bien irréprochable ? Ces expériences démontrent que les divers aciers essayés ont été plus altérés que le fer, lorsqu'on les a fait travailler tous jusqu'à rupture. Mais s'ensuit-il que, en les faisant travailler dans des limites suffisamment en deçà de la rupture, en restant en dessous de ce que l'on désigne par les mots « limite d'élasticité », c'est-à-dire celle où les déformations deviennent permanentes, les aciers se seraient plus altérés que le fer ? Il ne nous semble pas.

6. — Premiers ponts en acier en Autriche. — Accident du pont de la Talfer.

En Autriche, nous nous demandons si l'on s'est trouvé réellement plus qu'en Hollande devant un insuccès dû à l'emploi de l'acier dur et cassant. Nous empruntons, ici encore, à M. Seyrig, l'historique de ces premiers emplois de l'acier et de l'abandon qui les a promptement suivis.

« En Autriche, le bon marché et l'excellente qualité de l'acier ont fait construire un certain nombre d'ouvrages. Un pont-route construit à Pesth par la Société autrichienne des chemins de fer de l'État a été probablement le premier. Une série d'ouvrages sur la petite ligne d'Erbersdorf à Würbenthal est venue ensuite. On exigea que le métal résistât de 42 à 47 kilogrammes, à la rupture, par extension ; la contraction à la section de rupture devrait être de 43 à 48 p. c. et la somme des deux chiffres devait donner au moins 85. On admettait un travail de 10 kilogrammes par millimètre carré de section nette. Ces ouvrages ont donné toute satisfaction.

« En dernier lieu, on a construit sur la ligne de la Krems trois ouvrages de 21 mètres, 31 mètres et 37 mètres d'ouverture. Les conditions étaient les mêmes que les précédentes. Or, il est arrivé, au pont de la Talfer, celui de 31 mètres d'ouverture, qu'un déraillement sans importance a eu lieu. Un train de ballast, marchant à une vitesse estimée à 6 kilomètres seulement à l'heure, a eu un de ses wagons déraillé et jeté contre l'une des poutres. Il en est résulté la rupture d'un assez grand nombre de pièces : une des âmes verticales, un montant en tôle et cornières et trois barres de treillis en cornières ont été brisés. On a jugé que, dans des conditions analogues, du fer se serait simplement plié et déformé, sans rupture. Ce seul accident a suffi pour proscrire momentanément l'emploi de l'acier, et sur la ligne de l'Arlberg, où tous les ouvrages devaient être en acier, on n'a plus voulu que du fer. »

Les renseignements ne sont pas assez précis, nous semble-t-il, pour permettre d'apprécier avec certitude si l'acier formant les pièces qui se sont rompues était trop dur ou non, et s'il est bien certain que des pièces en fer ne se seraient pas cassées également. Voici l'opinion formelle de M. Dallot : « Le gouvernement autrichien », dit cet ingénieur, « aurait pu tout aussi judicieusement interdire l'emploi du fer dans la construction des ponts. Car des accidents analogues se sont produits sur certains ponts en fer des chemins de fer roumains. Des barres et des cornières des parois verticales ont été brisées par le choc de matériaux entraînés dans une inondation. »

7. — L'acier doux offre-t-il plus ou moins de sécurité que le fer dans la construction des ponts? — Déductions à tirer de l'expérience acquise par la marine pour les coques de navires. — Accidents identiques arrivés à la « Dévastation » en acier et à l'« Azincourt » en fer. — Sécurité plus grande des coques en acier doux.

M. Périssé, parlant de ces insuccès ou de ces prétendus insuccès en Hollande et en Autriche, résumait son opinion comme suit, en 1884 :

« Il faut chercher la cause des accidents arrivés en Hollande et en Autriche dans l'inexpérience
 • des constructeurs qui ont travaillé le métal fondu, ou dans le défaut d'homogénéité des aciers
 • produits, surtout quand il s'agit d'acier dur. Il ne faut pas oublier, en effet, je l'ai dit à
 • plusieurs reprises, que les insuccès nombreux qui ont marqué en Angleterre et en France les
 • premières applications de l'acier, ont tenu principalement à cette double cause. Les autres pays
 • ont également payé ou payeront leur tribut; mais le moment n'est pas éloigné, je crois, où le
 • métal fondu sera généralement en faveur, parce qu'on saura bien le produire et bien le mettre
 • en œuvre. »

Ces insuccès, réels ou non, des premiers essais de l'emploi de l'acier dans les ponts métalliques de Hollande et d'Autriche, constituent, aujourd'hui encore, chez un grand nombre d'ingénieurs, la source d'hésitations et de méfiances quand il s'agit de choisir le métal à mettre en œuvre dans de nouveaux ouvrages. Ils résument la situation comme suit : « L'acier vaut mieux que le fer, s'il est convenablement fabriqué, choisi et travaillé; mais il est d'un emploi plus dangereux et, par tant, il est plus prudent pour nous de continuer quelque temps encore à laisser faire les expériences par les autres et de nous en tenir au fer, que nous connaissons de longue date; en le faisant travailler à 6 kilogrammes par millimètre carré, nous sommes certains que les résultats seront en concordance avec nos calculs. »

L'acier est d'un emploi plus dangereux que le fer dans la construction des ponts. En est-on bien certain? Comment se fait-il alors que, dans d'autres applications que celle des ponts, bien que la question de sécurité y soit également de la plus haute importance, la même méfiance contre l'acier n'existe pas ou n'existe plus? L'acier n'a-t-il pas définitivement détrôné le fer dans la fabrication des rails, des canons, des coques de navires?

Cette dernière application nous paraît offrir le plus d'analogie avec celle des ponts. Dans son mémoire sur l'emploi de l'acier dans les constructions navales, civiles et mécaniques, publié en 1884, M. Périssé nous fournit sur ce sujet spécial des renseignements bien intéressants. Dans la marine comme dans le génie civil, on aurait rencontré certains insuccès au début de l'emploi de l'acier. « Les insuccès du début », dit M. Périssé, « sont uniquement attribuables à l'emploi
 • de matières trop dures, trop peu ductiles. Les ingénieurs maritimes n'avaient pas à leur
 • disposition l'acier doux, qui est la seule matière convenable pour les constructions navales...
 • Si l'acier a trouvé enfin en Angleterre la faveur à laquelle il a droit, cela n'a pas été sans
 • difficultés et sans longs débats. Là, comme partout du reste, ce qui a empêché la lumière de
 • se faire rapidement, ce qui a fait le plus de tort aux produits nouveaux, c'est que sous la
 • désignation générale d'acier on a fabriqué et employé des matières présentant des propriétés
 • essentiellement différentes, sans s'en rendre suffisamment compte... Il est donc hors de doute
 • que c'est à la marine française que revient le mérite d'avoir devancé toutes les autres marines
 • dans l'application de l'acier à la construction des coques des navires de guerre... Depuis
 • cette époque, 1874, tous les navires de guerre construits en France par la marine de l'État

« l'ont été en acier... Les avantages des coques en acier sur les coques en fer sont, d'après nous, « de trois espèces : 1^o prix moins élevé; 2^o légèreté, permettant d'augmenter le chargement; « 3^o conditions meilleures en cas d'échouage... Les coques en acier sont construites avec des « matériaux incontestablement plus ductiles, et par suite elles sont moins sujettes à souffrir des « accidents auxquels tout navire reste toujours exposé, tels que collision légère ou échouage. « Pour démontrer la supériorité des coques en acier en cas d'échouage, nous ne saurions mieux « faire qu'en donnant les notes que nous avons relevées, avec l'autorisation de M. le ministre « de la marine, sur le procès-verbal officiel de l'accident arrivé il y a deux ans à un cuirassé « français, la *Dévastation*... Le 12 novembre 1881, à sept heures du matin, le navire toucha au « nord-est des Errants, récif granitique situé en dehors de la rade de Lorient. Il toucha par « l'avant, avec plusieurs chocs successifs et une trainée de 35 mètres, malgré le changement de « marche de la machine... Dans la nuit du 16 au 17 novembre, le navire fut soumis à une « très rude épreuve; soulevé à tribord par la lame, il reçut d'affreuses secousses. La coque « supporta victorieusement cette épreuve et aucune voie d'eau ne se déclara... Le 17 novembre, à « à 10 3/4 heures du matin, grâce à la marée et à la houle soulevée par le vent sud-ouest, le « navire flotta et vint à l'appel de ses amarres. La *Dévastation* rentra seule en rade de Lorient, « avec sa machine, qui était restée intacte. Le bâtiment ne présentait à l'intérieur de la coque « aucune espèce de déformation. Le cuirassé était resté cependant plus de cinq jours sur les « Errants, ballotté par les flots, avec deux hélices et un gouvernail à 20 mètres en porte-à- « faux. Ces trois appareils pèsent ensemble 40 tonnes... Un accident analogue est arrivé « à un cuirassé de premier rang anglais, l'*Azincourt*, dans la baie de Gibraltar. Ce navire a « des membrures en fer, et a eu son vaigrage bordé intérieur) défoncé... Si les membrures « eussent été en acier, elles se seraient écrasées comme celles de la *Dévastation*, sans que pour « cela la coque perdît de sa résistance. L'expérience a donc démontré, elle aussi, que les coques « en acier sont supérieures aux coques en fer, en cas d'accidents de la nature de ceux que nous « avons signalés. Pour toutes les raisons ci-dessus développées, les constructeurs, comme les « armateurs, ne doivent plus hésiter à substituer l'acier au fer dans les constructions navales. « Ils obtiendront un succès complet, s'ils tiennent compte des observations présentées au cours de « ce mémoire. »

Conditions meilleures en cas d'échouage! Voilà donc l'acier préféré au fer, non plus quoique d'un emploi plus dangereux, mais parce que d'un emploi offrant au contraire plus de sécurité. L'expérience des marines française et anglaise à cet égard n'est-elle pas de nature à faire impression sur les ingénieurs s'occupant de la construction des ponts? Et le compte rendu des accidents subis, de façons si différentes, par la *Dévastation* en acier et par l'*Azincourt* en fer, ne fait-il pas contrepoids à l'histoire, quelque peu vieille aujourd'hui et peut-être assez imparfaitement analysée, des premiers ponts hollandais et des expériences de Duisbourg, et des premiers ponts autrichiens et de l'accident du pont de la Talfer?

8. — Caractères essentiels des aciers doux à mettre en œuvre dans les ponts métalliques.

Il n'existe pas un type unique d'acier doux. De même qu'il y a aciers et aciers, il y a aciers doux et aciers doux.

Pour chaque pont important en acier doux, construit dans ces dernières années, le type du métal à fournir a été défini nettement par une série de caractères, comportant toujours entre autres ceux-ci : que l'acier ne trempe pas, qu'il se forge facilement, que sa résistance soit comprise entre

deux limites données, et que l'allongement précédant la rupture par traction atteigne un minimum donné.

La crainte de voir l'usine fournir un métal trop résistant est la caractéristique de ce genre de réceptions. La raison d'être principale de la substitution successive de l'acier au fer, c'est incontestablement que l'acier offre une plus grande résistance ; mais, pour les ponts métalliques, il ne faut pas que la résistance soit trop grande, parce qu'elle ne se trouve que dans les aciers durs, et que ceux-ci sont cassants et dès lors d'un emploi dangereux.

Si, sortant des généralités, nous voulions citer des chiffres précis, nous nous trouverions en présence de données qui varient d'ouvrage à ouvrage, suivant les opinions personnelles des divers ingénieurs qui ont eu à rédiger les cahiers des charges y afférents. Nous ne pourrions évidemment ici que mentionner, à ce sujet, quelques exemples tirés de ponts importants récemment construits et citer, à titre de spécimens, les opinions émises par quelques ingénieurs.

Nous extrayons les lignes suivantes d'une communication que, d'après des documents fournis par M. Watson, ingénieur à Boston, M. Morandière a faite, en 1884, à la Société des Ingénieurs civils de France, au sujet des ponts de Plattsmouth et de Bismarck, construits en 1880 et 1882 par M. G. Morison. L'acier y a été employé concurremment avec le fer. Chacun de ces ponts comporte plusieurs grandes travées de 122 mètres du système Linville.

- Dans chacune des grandes travées du pont de Plattsmouth il entre 159 tonnes de fer et 221 tonnes d'acier, soit 58 p. c. de ce dernier métal.
- L'acier fabriqué au four Martin devait présenter les résistances suivantes :
 - 34 kilogrammes par millimètre comme limite d'élasticité ;
 - 56 kilogrammes par millimètre comme limite à la rupture.
 - Allongement de 12 p. c. et striction d'au moins 20 p. c. à la rupture.
 - Contenance en carbone de 35 millièmes, avec tolérance de 4 millièmes en plus ou en moins.
 - Un essai était fait sur chaque coulée.
- Un certain nombre de barres terminées d'environ 6 mètres de longueur ont été l'objet d'essais divers à l'arsenal de Watertown. Les résistances ont varié :
 - De 24 à 28 kilogrammes par millimètre carré comme limite d'élasticité ;
 - De 37 à 51 kilogrammes par millimètre carré comme limite à la rupture.
 - L'allongement a varié de 3 p. c. à 9 p. c. »

Il est à remarquer, tout d'abord, que la contenance en carbone est énorme : c'est à se demander s'il n'y a pas erreur dans le chiffre de 35 millièmes indiqué ; mais, ce qui est plus digne encore de remarque, c'est qu'il semble que les conditions de résistance et d'allongement, prescrites par le cahier des charges pour les aciers à fournir, sont loin d'être encore réalisées dans les barres terminées, dans lesquelles on n'a plus constaté que 37 à 51 kilogrammes par millimètre carré comme limite à la rupture au lieu de 56 kilogrammes, 24 à 28 kilogrammes par millimètre carré comme limite d'élasticité au lieu de 34 kilogrammes et un allongement à la rupture de 3 à 9 p. c. au lieu de 20 p. c.

Nous reprenons notre citation :

- Dans chacune des grandes travées du pont de Bismarck, la proportion d'acier a été diminuée.
- Les conditions de la spécification pour les barres à œil et les rivets étaient les suivantes :
 - De 28 kilogrammes à 31¹/₅ comme limite d'élasticité ;

- « De 48 à 46 kilogrammes comme limite de rupture;
- « Allongement : 18 p. c.; striction : 30 p. c.
- « La teneur en carbone devait varier entre 16 et 20 p. m., et la teneur en phosphore devait être d'un millième au plus.
- « En outre, des essais étaient prescrits sur des barres finies, qui devaient présenter au moins 24 kilogrammes de limite d'élasticité et 45 kilogrammes à la rupture, avec un allongement de 10 p. c. »

L'expérience du pont de Plattsbourg a donc amené M. Morison à modifier déjà ses premiers chiffres quand il s'est agi du pont de Bismarck. Il a réduit les chiffres afférents respectivement à la limite d'élasticité et à la limite de rupture; il a, au contraire, augmenté ceux afférents à l'allongement et à la striction, et il a notablement diminué la teneur en carbone. Cet ensemble de modifications, parfaitement harmoniques entre elles, peut se résumer comme suit : *l'expérience du premier pont a amené immédiatement l'ingénieur à employer de l'acier plus doux dans la construction du second.* C'est cette observation, si bien d'accord avec l'expérience acquise dans tous les pays depuis que l'on a commencé à employer l'acier dans la construction des ponts métalliques, qui nous a porté à mentionner ici, comme typique, l'exemple des ponts de Plattsburgh et de Bismarck.

M. Seyrig (séance du 2 mai 1884 de la Société des ingénieurs civils de France) rapporte que, dans l'Inde anglaise, où le transport à l'intérieur du pays et le fret ont une grande importance, les ingénieurs du gouvernement ont très largement adopté l'acier. M. Meadows Rendel imposait, pour l'acier à mettre en œuvre dans les ouvrages exécutés dans ce pays sous sa direction, les conditions suivantes, dont il se déclarait très satisfait : 42¹/₂ à 47¹/₂ pour la résistance à l'extension, avec contraction de la section de rupture de 20 p. c. Ces caractères appartiennent à l'acier doux.

M. Seyrig mentionne également le pont de Monongahela, construit en Amérique, et comportant deux travées de 108 mètres chacune, sans parler des petites travées latérales. Il est en grande partie en acier. Voici, pour ce métal, les conditions exigées, différentes suivant qu'il s'agit des pièces travaillant à l'extension ou de celles qui travaillent à la compression :

	Pièces tendues.	Pièces comprimées
Limite d'élasticité	31 ¹ / ₂ à 35 ¹ / ₂	35 ¹ / ₂ à 38 ¹ / ₂
Résistance à la rupture par extension	49 ¹ / ₂ à 56 ¹ / ₂	56 ¹ / ₂ à 63 ¹ / ₂
Allongement total	18 p. c.	12 p. c.
Contraction de la section de rupture	30 p. c.	20 p. c.

Cela revient à dire : acier plus doux pour les pièces tendues, acier plus dur pour les pièces comprimées.

Nous pourrions multiplier ces exemples, mais il nous tarde de mentionner le géant des ponts en acier, actuellement en construction sur l'embouchure du Forth, en Écosse, et qui doit franchir deux ouvertures de 520 mètres chacune. La longueur totale est de près de 3 kilomètres. Il ne contiendra pas un kilogramme de fer. Voici les conditions exigées de l'acier, différentes, ici encore, suivant qu'il s'agit des pièces tendues ou des pièces comprimées :

	Pièces tendues.	Pièces comprimées
Résistance à la rupture par extension	47 ¹ / ₂ à 52 ¹ / ₂	53 ¹ / ₂ à 58 ¹ / ₂
Allongement total	20 p. c.	20 p. c.

Il est à remarquer qu'ici l'allongement à la rupture doit être de 20 p. c. aussi bien pour les pièces comprimées que pour les pièces tendues, contrairement à ce qui avait été admis pour le

port de Monongahela. Cela implique un nouveau pas dans la voie des aciers doux, ce qui est en parfaite concordance avec l'observation produite ci-dessus, à propos des ponts de Plattsburgh et de Bismarck.

Après avoir mentionné ces quelques exemples tirés de constructions récentes faites par des ingénieurs anglais ou américains, rappelons les opinions émises par deux ingénieurs français, lors de la très intéressante discussion qui eut lieu en 1884, au sein de la Société des ingénieurs civils de France, sur deux mémoires publiés au commencement de la même année, respectivement par M. Périssé et par M. Canovetti, le premier intitulé : « De l'emploi de l'acier dans les constructions navales, civiles et mécaniques », le second : « Étude sur le remplacement du fer par l'acier. »

M. Dallot a émis l'opinion suivante dans la séance du 16 mai :

« Si l'on examine le tableau extrait de la classification des aciers du Creusot, que l'on trouve dans la remarquable étude de M. Barba sur l'emploi de l'acier dans les constructions, on voit que depuis plus de dix ans on sait en France fabriquer des aciers qui, avec une limite d'élasticité de 30 kilogrammes au moins, possèdent un coefficient de rupture de 48 kilogrammes et un allongement de rupture de 29 p. c. quand il est mesuré sur une longueur de 100 millimètres, ce qui correspond à un allongement de rupture d'environ 22 p. c. quand il est mesuré sur une longueur de 200 millimètres. Voilà, suivant moi, le type de la qualité d'acier qui convient à la construction des ponts. »

Un autre ingénieur, M. Gautier, avait, dans la séance du 2 mai, préconisé l'emploi d'un *acier extra-doux*, se rapprochant tellement du fer qu'on ne voit plus de raisons bien importantes qui justifieraient la substitution de l'acier au fer. « Plus l'acier se rapprochera du fer, plus son emploi sera sûr, » dit M. Gautier.

Qu'on nous permette de citer ici un intéressant extrait de la discussion entre M. Dallot et M. Gautier sur ce point.

« M. Dallot. — L'acier rompant à 42 kilogrammes, qui s'allonge de 20 p. c., n'est-il pas suffisant ? »

« M. Gautier. — Je trouve qu'un acier à 35 kilogrammes sera plus sûr qu'un acier à 42 kilogrammes. Par exemple, avec le fer de Suède, dans les essais que j'ai faits, je n'ai jamais trouvé plus de 30 kilogrammes ; il n'est pourtant jamais venu à l'idée de personne de trouver que le fer de Suède soit une mauvaise matière parce qu'il est trop doux.

« M. Dallot. — Quelle serait la limite d'élasticité de l'acier extra-doux ? »

« M. Gautier. — Cette limite ne sera jamais au-dessous de 14 kilogrammes.

« M. Dallot. — Le fer présente une limite d'élasticité de 14 à 15 kilogrammes ; par conséquent, l'acier ne présenterait pas plus d'avantages que le fer.

« M. Gautier. — Vous n'avez qu'à lire le fait rapporté dans la communication de M. Périssé : vous verrez que, lorsqu'un navire en fer échoue, il se crève, tandis que s'il est en acier doux sa coque se déforme sans se crever, ce qui est, dans la plupart des cas, le salut du navire. Si l'acier n'a pas plus de résistance que le fer, vous pourrez cependant le faire travailler à une charge plus forte que celui-ci. Voilà l'avantage que vous aurez avec l'acier ; mais vous ne pourrez opérer ainsi, avec sécurité, que lorsque votre acier sera extra-doux. »

Nous inclinons fortement à penser que l'on doit admettre, avec les constructeurs du pont du Forth, notamment, qu'il n'est pas nécessaire d'aller aussi loin que le conseille M. Gautier dans

la voie de la douceur de l'acier, et que l'on obtient, tout au moins dans la construction des ponts métalliques, toute la sécurité désirable avec les aciers doux du type préconisé par M. Dallo', ou d'un type très voisin de celui-là.

9. — Taux auquel il convient de faire travailler l'acier doux dans les ponts métalliques.

Le nombre de kilogrammes, par millimètre carré de section, auquel on peut faire travailler l'acier dans les ponts métalliques, dépend évidemment du type d'acier mis en œuvre.

Pour le fer, un très grand nombre d'ingénieurs admettent le chiffre de 6 kilogrammes. « Il vaudrait mieux », fait observer à ce sujet M. Périssé, « qu'il pût varier, par exemple de 5 1/2 à 6 1/2 kilogrammes, suivant l'importance des charges vives par rapport aux charges mortes. » Ce chiffre résultant d'une expérience déjà longue, il est naturel de songer d'abord à le prendre comme point de départ pour déterminer celui qui doit correspondre à un type donné d'acier.

M. Seyrig, admettant que le fer couramment exigé doit offrir 36 kilogrammes par millimètre carré de résistance à la rupture, et 18 kilogrammes comme limite d'élasticité, soit la moitié, en déduit que la pratique a fait admettre un coefficient de sécurité de 3 contre la déformation permanente, puisque $3 \times 6 \text{ kilog.} = 18 \text{ kilog.}$ Partant de cette donnée et la combinant avec une autre donnée résultant d'expériences faites en Autriche, cet ingénieur raisonne comme suit :

« Appliquons ces mêmes proportions à l'acier tel qu'on peut l'obtenir et tel qu'on l'emploie souvent. Les qualités admises dans les travaux ont une résistance variant de 42 à 45 et à 48 kilogrammes, comme nous le verrons un peu plus tard. Si nous appliquons à ces chiffres le diviseur 2.30 comme moyenne du rapport entre la rupture et la limite d'élasticité, tel qu'il résulte des expériences sur les aciers de la Société autrichienne, puis le diviseur 3 comme coefficient de sécurité, voici ce que nous obtiendrons :

Rupture, 42 kilogrammes.	Limite d'élasticité, 17 ¹ / ₈ .	Coefficient admissible, 5 ¹ / ₉ .
— 45 —	— 19 ¹ / ₄ .	— 6 ¹ / ₄ .
— 48 —	— 20 ¹ / ₂ .	— 6 ¹ / ₇ .

« C'est-à-dire qu'avec de l'acier dont la résistance est le maximum de ce que nous considérons comme prudent, soit 48 kilogrammes, on ne serait autorisé qu'à un travail de 6¹/₇, supérieur d'un dixième à celui admis pour le fer, qui résiste à 36 kilogrammes. Ce résultat nous paraît illogique, absurde même. Si on l'admet, il n'y a pour ainsi dire plus d'économie à employer de l'acier, ni de courir les quelques risques que peut entraîner l'emploi d'une matière dont la fabrication n'est pas encore arrivée au degré de perfection voulu.

« Notre conclusion n'est cependant pas celle-là, car il nous semble inutile de conserver aux constructions un coefficient total de $\frac{48}{6.6} = 7.3$. Sans témérité aucune, on peut, à notre avis abaisser ce coefficient à 5 et faire travailler l'acier à 8¹/₂, 9 kilogrammes ou 9¹/₆ selon sa qualité. C'est à quoi il faut arriver; nous n'y arriverons d'ailleurs qu'à la suite de nombreux ingénieurs étrangers qui ont eu confiance et qui y persistent, et pour qui 10 kilogrammes de travail est un chiffre normal.

« Ce à quoi conduira cette modification, c'est qu'on ne prendra plus pour base la limite d'élasticité, limite toujours mal définie, presque toujours inconnue pour le métal réellement employé et soumis aux essais pratiques de la réception. A condition qu'on se tienne suffisamment loin de cette limite, on n'aura rien à craindre pour la déformation d'un ouvrage. On basera sur des

- données vraiment scientifiques et pratiques le calcul de la résistance d'un ouvrage, en prenant,
- pour point de départ du calcul, la résistance à la rupture de la matière qui le compose. Déjà
- quelques tentatives de ce genre sont faites dans les régions administratives; nous espérons
- qu'elles aboutiront à un résultat heureux. »

Le lecteur aura remarqué sans doute que le raisonnement de M. Seyrig admet 36 kilogrammes comme charge de rupture pour le fer, c'est-à-dire un chiffre certainement trop élevé pour une moyenne. C'est ce que cet ingénieur a reconnu lui-même dans le cours de la discussion. N'en est-il pas de même du chiffre de 18 kilogrammes admis pour limite de l'élasticité? Nous le pensons. Si nous remplaçons les chiffres de 36 et de 18 kilogrammes respectivement par 30 et 15 kilogrammes pour le fer, il s'ensuivrait que c'est 2,5 au lieu de 3 que la pratique aurait indiqué comme coefficient de sécurité pour ce métal, et en l'appliquant aux limites d'élasticité de 17⁸, 19¹ et 20² indiquées ci-dessus pour trois types d'acier, on trouverait comme charge admissible 7¹, 7⁶ et 8⁰ au lieu de 5⁹, 6⁴ et 6⁷.

Mais M. Seyrig admet, à bon droit à notre avis, que rien n'impose, à priori, l'adoption du même coefficient de sécurité pour l'acier que pour le fer, et il rappelle, à ce sujet, que Poncelet, dont l'autorité est si souvent encore invoquée en France quand il s'agit de fixer le taux du travail des métaux, admettait lui-même que, *étant parfaitement éclairé sur les qualités et la nature du métal, on peut augmenter les charges jusqu'à celles qui sont voisines des limites de l'élasticité*. Ceci est à rapprocher de l'opinion de M. Jordan, reproduite au début de la présente notice, lorsque, après avoir rappelé les procédés de fabrication du fer et les doutes qui existent toujours sur la qualité du fer produit, cet ingénieur fait l'observation suivante : « *Comment s'étonner alors qu'on soit obligé de laisser une large marge pour ces éventualités, lorsque, connaissant la charge de rupture ou la limite d'élasticité, on veut adopter un coefficient de sécurité ?* »

Si, dans cet ordre d'idées, on remplaçait par 2, pour l'acier doux, le coefficient de sécurité de 2,5, trouvé ci-dessus pour le fer, on obtiendrait 8⁹, 9⁵ et 10¹ comme charge admissible pour les trois types d'acier considérés, chiffres qui commencent à concorder avec ceux que les constructeurs anglais et américains n'ont pas craint d'adopter.

C'est ainsi qu'au pont de Monongahela, où l'on admettait 5⁶⁰ et 6³² pour le fer, suivant qu'il s'agit de pièces comprimées ou de pièces tendues, on a admis, pour l'acier, 6⁹ pour les pièces comprimées et 9³ pour les pièces tendues.

C'est ainsi encore que, pour le pont de Forth, à la fois le plus récent et le plus important, le Board of Trade, ou ministère du commerce anglais, qui avait à prendre la responsabilité de la décision finale, en est arrivé, après des discussions longues et approfondies, à accorder aux constructeurs l'autorisation de faire travailler le métal jusqu'à 11⁸ par millimètre carré. Seulement, il est à remarquer que ce chiffre s'applique à la fatigue du métal sous les efforts et les charges les plus défavorables qu'on ait pu prévoir, comprenant entre autres l'effet du vent, qui a une importance considérable dans ces ouvrages de grandes dimensions et très élevés.

Après avoir cité et discuté ces exemples, M. Seyrig conclut qu'il n'y aurait aucun inconvénient à admettre, pour un acier résistant à 50 kilogrammes à la traction avec 20 p. c. d'allongement, *un travail de 10 kilogrammes dans les conditions ordinaires, et même à porter le travail à 12 kilogrammes*, si les conditions pour lesquelles on calcule l'ouvrage sont la conséquence d'hypothèses aussi prudentes que celles qui ont présidé aux calculs de stabilité du pont de Forth.

A propos du coefficient admis pour le fer, M. Seyrig fait encore une remarque qui nous semble juste : c'est que, par suite de l'augmentation successive du poids du matériel roulant des chemins

de fer, la plupart des ponts de chemins de fer construits il y a une trentaine d'années travaillent aujourd'hui à des coefficients bien supérieurs à ceux pour lesquels ils ont été calculés.

M. Dallot, discutant les opinions émises par M. Seyrig, a cherché à battre en brèche le diviseur de 2.30 comme moyenne du rapport entre la rupture et la limite d'élasticité dans les aciers. Citant d'autres expériences que celles de la Société autrichienne des chemins de fer de l'État, il montre que ce rapport a varié de 1.6 à 2.6. Il conteste même qu'à un coefficient de rupture supérieur corresponde nécessairement une limite d'élasticité plus élevée, et cite des expériences à l'appui de son opinion. Il conclut comme suit :

« Si donc on part de ce principe que l'on adoptera pour le fer et l'acier le même rapport entre la limite d'élasticité et le coefficient de travail, et que l'on décide d'employer la qualité d'acier définie par un coefficient de rupture de 48 kilogrammes, un allongement de rupture de 22 p. c. sur une longueur de 20 centimètres et une limite d'élasticité de 30 kilogrammes, qualité qui est à peu près celle à laquelle se sont arrêtés les ingénieurs du pont du Forth; comme le coefficient de travail de 6 kilogrammes est presque universellement adopté pour le fer et constitue en France une base invariable, du moins dans les règlements administratifs; comme, d'après toutes les expériences connues, la limite d'élasticité du fer est comprise entre 14 et 16 kilogrammes, si l'on fait abstraction de certains fers exceptionnels que leur prix élevé n'a jamais permis d'employer dans les constructions, et aussi de certains fers aigres et cassants, ne possédant qu'un allongement de rupture extrêmement faible, qu'il convient de rejeter, on est conduit à fixer à 12 kilogrammes par millimètre carré le coefficient de travail de l'acier dans les ponts. Ce serait là un coefficient de travail très modéré et qui offrirait une plus grande sécurité que le coefficient de 6 kilogrammes dans le cas du fer. En effet, comme le disait tout à l'heure mon ami M. Jordan, l'acier est supérieur au fer sous le rapport de l'homogénéité; sa résistance est à peu près la même dans les deux sens; il est exempt, par sa nature même de métal fondu, de nombreux défauts que le fer présente communément, et l'on pourrait par conséquent lui appliquer un coefficient de travail se rapprochant davantage que celui du fer de la limite d'élasticité. Le coefficient de travail de 12 kilogrammes offre donc toute garantie. Il est remarquable que ce chiffre soit précisément celui auquel on s'est arrêté en Angleterre pour le pont du Forth... En vérité, on ne peut s'empêcher de s'étonner des hésitations et des méfiances qui ont empêché jusqu'ici les ingénieurs du continent d'utiliser l'acier pour le franchissement des grandes portées, depuis plus de vingt ans que leur attention a été appelée sur les avantages qu'il leur offre à ce point de vue. Il est heureux que les ingénieurs des constructions navales aient fait preuve de plus de hardiesse et d'initiative... Il est certain qu'il y a, entre les différentes qualités d'aciers que produisent les usines, des différences considérables. Mais, quand on considère les différences qui existent, non seulement entre les coefficients de rupture des différents fers employés dans la construction des ponts, mais encore entre leurs résistances au choc et leurs manières de se comporter sous l'action des charges vives, on trouve bien peu sérieuses les objections que l'on oppose, même encore aujourd'hui, à l'emploi de l'acier. »

Citons encore l'opinion de M. Périssé. Il est très intéressant de constater le chemin qu'a fait, en quelques mois, l'opinion de cet ingénieur. Dans son mémoire, daté du 30 novembre 1883, et qui constituait cependant un travail bien étudié et bien mûri, M. Périssé avait conclu comme suit :

« L'emploi du métal fondu, déphosphoré ou ordinaire, sera tout indiqué dans la construction des ponts, le jour où le prix sera peu différent de celui du fer, mais à la condition de suivre, dans l'emploi et dans la mise en œuvre, les prescriptions que nous avons fait connaître. Il

- **fandra prendre des aciers doux, ne trempant pas, pouvant se forger facilement et ayant une**
- **résistance de 38 à 45 kilogrammes, c'est-à-dire 40 à 42 kilogrammes en moyenne.**
- **Les calculs de résistance devront être établis dans les ponts ayant un gros poids mort par**
- **rapport aux charges accidentelles, en s'imposant la condition que le coefficient maximum du**
- **travail soit compris entre le quart et le cinquième de la rupture, c'est-à-dire égal à 9 kilo-**
- **grammes. Dans les ponts à faible poids mort par rapport aux charges roulantes, le coefficient**
- **de sécurité doit être plus grand et les calculs de résistance établis pour que le travail soit de**
- **7½ seulement, compris entre le cinquième et le sixième de la rupture. (Il sera plus rationnel**
- **de comparer le coefficient de travail à la charge limite d'élasticité plutôt qu'à la charge de**
- **rupture, lorsque l'usage sera bien établi de déterminer les deux charges dans les essais à la**
- **traction) En un mot, le travail de l'acier, pour ponts, sera compris entre 7½ et 9 kilo-**
- **grammes, suivant les rapports proportionnels des charges mortes et des charges vives. »**

Et, six mois plus tard, après les trois séances consacrées à la discussion de son mémoire, M. Périssé, le 6 juin 1884, faisait la déclaration suivante :

- Pour déterminer le travail auquel il convient de faire travailler l'acier dans les ponts,
- M. Dallot admet que la limite d'élasticité de l'acier est double de celle du fer; et, établissant une
- proportionnalité avec les coefficients de travail, il en conclut que l'acier doit travailler à 12 kilo-
- grammes au lieu de 6 kilogrammes. Je ne suis pas complètement de son avis. Je crois que les
- aciers doux qu'il convient d'employer n'ont pas 30 kilogrammes de limite d'élasticité; mais, par
- contre, j'admets, avec M. Jordan et avec lui, qu'on peut diminuer pour l'acier le coefficient de
- sécurité admis pour le fer, c'est-à-dire se rapprocher un peu plus de la limite d'élasticité.
- En faisant l'application de ce que je viens de dire, on arrive à cette conclusion : *que, pour*
- *les ponts, le travail de l'acier pourrait être de 10 à 11 kilogrammes par millimètre carré,*
- *mais à la double condition que l'on considérerait la section nette, et que l'on tiendrait compte*
- *du flambage sur les pièces comprimées, et des autres causes qui augmentent le travail en cer-*
- *tains points des assemblages, ainsi que l'a fait remarquer M. Seyrig.*
- La détermination du coefficient du travail doit varier avec chaque nature d'ouvrage. Ainsi,
- au pont du Forth, le coefficient de 11½ est très admissible. Il ne faut pas oublier en effet que
- la surcharge due aux vents est très importante pour cet ouvrage colossal, et que cette sur-
- charge, calculée d'après la pression maxima du vent, s'ajoute dans les calculs aux surcharges
- verticales maxima; *c'est ce qui ne se présentera pas en pratique et on peut dire que le travail*
- *de l'acier n'atteindra pas, en réalité, le chiffre de 11½; il se rapprochera plutôt de ceux que*
- *je viens d'indiquer. »*

En disant qu'il faut considérer la section nette, M. Périssé entend qu'il faut, dans les calculs, déduire de la surface qui travaille celle qui correspond aux trous de rivets. C'est ce que nous faisons déjà en Belgique, dans les calculs des ponts en fer, avec le taux de 6 kilogrammes par millimètre carré. Quant à la condition qu'il faut tenir compte du flambage (ou tendance au voilement) sur les pièces comprimées et des autres causes qui augmentent le travail en certains points des assemblages, elle va de soi : cela revient à dire que les calculs de stabilité doivent être exacts. En définitive donc, M. Périssé a passé des taux compris entre 7½ et 9 kilogrammes, qu'il préconisait d'abord, au taux plus élevé de 10 à 11 kilogrammes, qu'il considère comme en concordance avec ce qui a été admis par les constructeurs du pont de Forth et par le Board of Trade, se ralliant ainsi à l'opinion de M. Seyrig (10 kilogrammes dans les conditions ordinaires et même 12 kilogrammes si l'on calcule les charges aussi prudemment qu'au pont de Forth), et n'étant

plus séparé qu'à concurrence d'un ou deux kilogrammes de l'opinion qu'avait émise M. Dallot, à savoir que le coefficient de travail de 12 kilogrammes offre toute sécurité. Ajoutons que M. Dallot, ayant repris la parole, a renchéri quelque peu sur son premier chiffre, en déclarant ceci : « Je pense même que, pour de très grands ouvrages, d'une portée dépassant 150 mètres, dans lesquels, à cause de leur immense masse, les chocs produits par le sautellement des charges roulantes seraient négligeables, on pourrait en toute sécurité adopter le coefficient de 15 kilogrammes, à condition que toutes les pièces fussent calculées avec le plus grand soin et que la réception des matières s'opérât avec une très grande sévérité. »

L'avenir nous dira ce que, les perfectionnements dans la fabrication de l'acier et dans le mode de réception de ceux-ci aidant, on pourra admettre définitivement comme taux du travail de l'acier dans les ponts métalliques. Mais, pour le moment, ne semble-t-il pas qu'on puisse, sans déroger aux règles de la prudence, admettre dès aujourd'hui le chiffre de 10 kilogrammes pour l'acier doux, comme correspondant au chiffre de 6 kilogrammes généralement admis pour le fer, étant entendu que le type de l'acier doux envisagé comportera une charge de rupture de 48 kilogrammes avec allongement d'au moins 20 p. c. sur éprouvette de 0^m 20 de longueur ?

10. — L'acier doit-il être réservé aux ponts à grandes ouvertures ?

Il est clair que c'est surtout dans l'établissement des ponts à grandes ouvertures que l'emploi de l'acier se justifie et parfois même qu'il s'impose. Mais, dans les ouvrages à petites ouvertures, comme on en construit couramment lors de l'établissement de tout chemin de fer, existe-t-il ou non des motifs suffisants pour substituer l'acier au fer ? Il va de soi que l'un des facteurs de la solution à donner à cette question, c'est le prix auquel on pourra obtenir respectivement le kilogramme de fer et le kilogramme d'acier. Mais, à supposer que ces prix soient tels que le pont en fer travaillant à 6 kilogrammes coûte la même chose que le pont en acier travaillant à 10 kilogrammes, le pont en fer ne serait-il pas préférable, précisément en raison du poids mort plus grand qu'on pourrait lui donner ?

La question est délicate. Voici comment la résout M. Dallot :

« M. Périssé a présenté, dans le mémoire qui a donné naissance à la discussion, une objection à laquelle je tiens à répondre. « S'il s'agit, a-t-il dit, de ponts de portée moyenne, supportant tant des charges accidentelles égales ou supérieures à leur propre poids, on ne voit pas, en l'état actuel du marché commercial de l'acier, que le nouveau métal s'impose. Où seraient ses avantages, puisque, faisant travailler le métal comme sa résistance le comporte, on aurait des flèches beaucoup plus grandes et des vibrations plus sensibles au passage des voitures ou des trains ?

« D'abord, les coefficients d'élasticité des fers et des aciers pour ponts sont loin d'être égaux. Les essais faits par le général Morin, sur des fers à double T et des cornières, ont donné 17 à 18 billions. D'après le même expérimentateur, les fers les plus tendres, très ductiles, mais un peu mous, fournissent, pour le coefficient d'élasticité, des valeurs qui s'abaissent à 15, 14 et même 12 billions. D'après M. Contamin, ce coefficient est de 17 billions pour la tôle laminée de qualité ordinaire. En prenant le chiffre de 17 billions pour le fer, on risque donc très peu d'être au-dessous de la vérité. Quant à l'acier, les expériences les plus topiques que je connaisse sont celles de M. Bauschinger, sur des tôles fortes pour chaudières en acier Martin et Bessemer, de l'usine de Reschitza. Les résultats ont varié de 2.12×10^{10} à 2.22×10^{10} , et la moyenne des douze essais a été de 2.18×10^{10} . Le chiffre de 20 billions ne saurait donc être trop élevé ;

- et l'on voit que le rapport des coefficients d'élasticité du fer et de l'acier pour ponts est au plus égal à $\frac{17}{21}$ ou 0.80.

- D'autre part, les flèches des poutres ou des fermes sont inversement proportionnelles aux moments d'inertie, c'est-à-dire aux carrés des hauteurs. Donc, si l'on appelle f la flèche d'une poutre en fer, de hauteur h , travaillant à 6 kilogrammes, et f' la flèche d'une poutre en acier, de hauteur h' , travaillant à 12 kilogrammes, on a :

$$\frac{f'}{f} = 2 \times 0,8 \times \frac{h^2}{h'^2};$$

- et, si l'on veut que le rapport $\frac{f'}{f}$ soit égal à 1, il suffit qu'on ait :

$$\frac{h'^2}{h^2} = 1.6, \text{ d'où } \frac{h'}{h} = 1.26.$$

- Si la poutre en acier travaillait à 15 kilogrammes, on devrait avoir :

$$\frac{h'^2}{h^2} = 2, \text{ d'où } \frac{h'}{h} = 1.42.$$

- Ainsi, en augmentant la hauteur des poutres de $\frac{1}{4}$ dans le cas d'un coefficient de travail de 12 kilogrammes, et des $\frac{2}{5}$ dans le cas d'un coefficient de travail de 15 kilogrammes, les flexions resteraient les mêmes. »

On ne voit pas bien pourquoi, à propos d'ouvrages ordinaires, M. Dallot fait intervenir le coefficient de travail de 15 kilogrammes, qu'il n'a lui-même indiqué que pour de très grands ouvrages d'une portée dépassant 150 mètres.

En refaisant le calcul pour l'acier travaillant à 10 kilogrammes seulement, on trouverait :

$$\frac{h'}{h} = 1.15.$$

Nous sommes assez disposés à nous rallier, en principe, à l'opinion de M. Dallot sur ce point; et, en tenant compte de ce fait qu'actuellement, en Belgique du moins, on obtient, si nous ne nous trompons, des aciers doux à un prix sensiblement égal à celui des fers n° 4, nous ne voyons pas pourquoi l'acier ne se substituerait pas prochainement au fer, non seulement dans nos nouveaux ponts à grandes ouvertures, mais d'une manière générale dans tous les ponts métalliques que nous aurons à construire. Ce ne serait là, en définitive, que la reproduction, pour les ponts, de ce que nous avons vu pour les rails.

11. — Compression de l'acier.

Nous ne pouvons évidemment songer à donner ici ne fût-ce que de simples indications sur les innombrables questions qui se rattachent à la fabrication de l'acier. Nous n'avons ni le temps ni la compétence nécessaires. Ce n'est donc qu'à titre de spécimen des intéressants problèmes encore à résoudre dans ce vaste domaine, que nous consacrerons quelques lignes à la question des moyens qui ont été employés en vue de parer à l'un des principaux dangers qu'il y a à redouter dans l'emploi de l'acier, à savoir l'existence de soufflures

Tout le monde sait que la présence de soufflures cachées dans des pièces en acier fondu a occasionné souvent le bris de ces pièces. Le cinglage et le laminage de la masse d'acier ont eu, en partie du moins, raison de ce défaut inhérent au mode de production même de l'acier, et il n'est pas étonnant que, depuis longtemps déjà, on ait songé à remédier à ce défaut en agissant par compression sur l'acier liquide.

M. Whitworth, le grand industriel de Manchester, est entré dans cette voie. C'est donc qu'il considère le moyen comme bon. Est-ce un problème résolu, un résultat définitivement acquis en métallurgie? Le résultat est contesté par M. Annable, c'est-à-dire par l'ingénieur même qui a été pendant six ans à la tête de l'aciérie Whitworth, dans un travail qu'il a présenté à l'Iron and Steel Institute.

Nous transcrivons ici, d'après une notice de M. Gautier, insérée dans la revue : *Génie civil*, année 1882, l'appréciation de M. Annable à ce sujet :

« Les moules employés sont formés d'anneaux d'acier superposés et revêtus intérieurement d'un garnissage réfractaire. Le moule une fois plein d'acier et se trouvant sur un chariot roulant, est conduit au compresseur hydraulique dont le piston est enduit de terre réfractaire à sa partie inférieure. Là, le lingot est soumis à une pression de 600 atmosphères pendant une durée qui varie de vingt à quarante-cinq minutes, suivant la grosseur de la pièce.

« Théoriquement, les gaz s'échappant du métal devraient pouvoir disparaître par les nombreux événements ménagés dans ce but; mais en réalité, dit M. Annable, il se produit au contraire des gaz au contact de l'acier liquide et du garnissage réfractaire, et ces gaz sont absorbés par le métal. Le garnissage réfractaire se glace, une pellicule d'acier se congèle et toute sortie des gaz est empêchée. La flamme que l'on aperçoit au-dessus de la lingotière représente la partie de ce gaz qui n'a pu se dissoudre dans l'acier. Les gaz, dont la solubilité décroît pendant le refroidissement, se réunissent dans la partie où le métal reste le plus longtemps liquide, c'est-à-dire dans l'axe du lingot et un peu au dessus du milieu de la hauteur. Il se fait alors une grosse cavité, accompagnée d'autres plus petites qui varient depuis le volume d'un petit pois jusqu'à celui d'une noix. Il y a des lingots dont la cavité centrale avait un volume de plus de quatre litres.

« Plus le lingot est gros, plus cette cavité est grande, et plus elle se rapproche du sommet. Dans un lingot de 40 centimètres de diamètre, il se forme souvent une cavité qui tient la moitié de la hauteur.

« Sur 1,500 lingots que M. Annable a soumis à la compression, il n'oserait affirmer qu'il y en eût un seul de complètement sain. Pour obtenir ce métal sans soufflures, il faut enlever environ le tiers du lingot et faire disparaître la cavité. Il faut ensuite forger le lingot sur une enclume. Il arrive même que, lorsqu'on coupe le lingot pour arriver à la partie saine, si l'ouvrier approche trop sa lampe, les gaz contenus dans la cavité centrale font explosion.

« M. Annable combat aussi cette assertion mise souvent en avant et répétée par M. Thurston dans son rapport officiel sur l'exposition de Vienne, que le métal comprimé n'a besoin ni de martelage ni de laminage et que ses propriétés sont supérieures à ce que donnent les aciers non comprimés soumis au traitement ordinaire. Il cite alors un grand nombre d'essais d'acier comprimé et non comprimé, et il arrive à cette conclusion qu'en moyenne la compression diminue la charge de rupture et raccourcit l'allongement de 4 p. c.

« Ce dernier résultat semble assez curieux; il est même en opposition avec la pratique ordinaire de la résistance moléculaire, qui veut que toute aigreur communiquée à un métal diminue l'allongement pour cent et élève la limite d'élasticité ainsi que la charge de rupture. »

12. — Expériences de M. Bauschinger sur l'élasticité et la résistance du fer et de l'acier.

Si la métallurgie de l'acier soulève de nombreux problèmes sur la solution desquels les spécialistes les plus compétents discutent encore, peut-on dire au moins que les ingénieurs qui s'occupent de la stabilité des constructions en fer ou en acier sont d'accord sur les propriétés de ces métaux? Hélas! non. Et, ici encore, nous présenterons, comme spécimen des questions à étudier, les conclusions, inattendues sans doute pour la plupart d'entre nous, auxquelles M. J. Bauschinger, professeur de mécanique à Munich, a été conduit à la suite d'expériences récentes sur l'élasticité et la résistance du fer et de l'acier. M. Daniel Mayer, ingénieur des ponts et chaussées de France, a consacré à ces expériences de M. Bauschinger une note insérée aux *Annales des Ponts et Chaussées* de décembre 1886.

M. Bauschinger a fait, comme tant d'autres, des essais directs de traction et de compression; mais il y a procédé avec un degré de précision inconnu avant lui. Il a eu à sa disposition un appareil de lecture lui permettant d'apprécier des allongements ou des raccourcissements de deux dix-millièmes de millimètre! Cela revient à étudier au microscope des phénomènes que nous n'étudions d'habitude qu'à l'œil nu.

Il est résulté de ces expériences que les vieux principes, que nous possédons tous comme base indiscutable de nos connaissances en matière de stabilité des constructions, sont remis en question. C'est ainsi que l'ancienne définition de la limite de l'élasticité, fondée sur le défaut d'allongement permanent de la pièce comprimée ou tendue, doit être, paraît-il, abandonnée, attendu que, dès que l'effort de compression ou de traction commence à s'exercer, il se produit des allongements permanents. Pour M. Bauschinger, la limite d'élasticité est définie par la notion de la proportionnalité des déformations aux efforts. Il définit ensuite une seconde espèce de limite, limite de grande extension (*Strechgrenze*) et limite de grande compression (*Quetschgrenze*), à partir desquelles notamment les allongements totaux et permanents deviennent très considérables et croissent sous l'action d'une charge persistante, pendant plusieurs heures, et quelquefois, si la charge est très forte, pendant plusieurs jours; après l'enlèvement des charges, l'allongement permanent, qui est toujours de grandeur notable, décroît pendant une période assez longue, souvent pendant plusieurs jours. Avec certaines matières, comme l'acier très dur, la seconde limite fait complètement défaut. D'autres fois, comme c'est souvent le cas avec les fers fondus très doux, la seconde limite a une valeur très peu différente de la première, c'est-à-dire de la limite d'élasticité.

Nous sortirions absolument du cadre restreint où il convient que nous nous maintenions, si nous voulions pénétrer plus avant sur le terrain vraiment scientifique où nous mènerait l'examen des lois formulées par M. Bauschinger à la suite de ses intéressantes expériences. Bornons-nous à en mentionner quelques-unes, qui se rapportent aux variations de l'élasticité sous l'action d'une charge qui dépasse les limites primitives de l'élasticité.

1° Lorsqu'on soumet une pièce à un effort qui dépasse la limite d'élasticité, mais qui est inférieur à la limite de grande extension, on produit une élévation de la limite d'élasticité. Cette élévation est d'autant plus grande que la charge était plus forte et on peut la constater immédiatement après l'enlèvement de la charge. Lorsque la charge s'approche de la limite de grande extension, la limite d'élasticité atteint un maximum. Si la charge dépasse la limite de grande extension, la limite d'élasticité subit un abaissement, qui, ainsi qu'on le verra plus loin, est momentané;

2° Lorsqu'on soumet une pièce à des efforts qui dépassent la limite de grande extension, la limite de grande extension s'élève jusqu'à la valeur maximum de l'effort auquel la pièce a été soumise. On constate ce résultat immédiatement après l'enlèvement de la charge. Mais si, après cet enlèvement, on laisse la pièce en repos, l'élévation de la limite de grande extension dépasse l'effort maximum auquel la pièce a été soumise, et se continue en augmentant toujours, pendant des semaines, des mois et peut être des années ;

3° Dans les mêmes conditions qu'à l'article précédent, c'est-à-dire quand une pièce a été soumise à des efforts qui dépassent la limite de grande extension, la limite d'élasticité, mesurée immédiatement après l'enlèvement de la charge, se trouve abaissée et souvent réduite à zéro. Mais si la pièce est laissée en repos, la limite d'élasticité se relève, dépasse la valeur primitive, atteint au bout de plusieurs jours la valeur de l'effort auquel la pièce a été soumise, et finit même, au bout d'un temps suffisant (à coup sûr au bout de plusieurs années), par dépasser cette valeur ;

4° Le module d'élasticité (rapport des charges aux allongements) augmente généralement en même temps que la limite d'élasticité ; ce coefficient s'élève pendant la période de repos. Après plusieurs années, on l'a trouvé, sauf quelques exceptions, plus grand que dans l'état primitif.

Résumé et conclusions.

Les deux paragraphes 11 et 12 qui précèdent, et qui forment en quelque sorte hors-d'œuvre dans la marche générale de notre petite étude, n'ont d'autre objet que de montrer que, pour creuser quelque peu sérieusement, au double point de vue des connaissances en métallurgie et des connaissances des lois qui régissent la stabilité des constructions, la question de l'emploi rationnel du fer et de l'acier dans la construction des ponts métalliques, un travail de plusieurs mois ne serait pas de trop pour se mettre au courant des derniers progrès de la science.

Revenons-en aux considérations plus élémentaires qui font l'objet des paragraphes 1 à 10, et cherchons à en déduire des conséquences pratiques.

Il est incontestable que l'acier convenablement choisi, d'un type voisin de celui que l'on a mis en œuvre dans une série de grands ponts récemment construits ou encore en construction, constitue un métal notablement supérieur au meilleur fer au point de vue de la résistance.

Il est non moins incontestable que l'emploi de l'acier s'impose pour l'établissement de certains ponts, dont les ouvertures sont trop considérables pour que l'on puisse les franchir au moyen de travées en fer.

Il est incontestable encore que la métallurgie est aujourd'hui capable de produire, à des prix différant peu de ceux du fer de première qualité, les aciers doux qui conviennent le mieux à la construction des ponts.

Il est douteux que l'acier doive être considéré, à priori, comme d'un emploi plus dangereux que le fer dans la construction des ponts : c'est peut-être l'inverse qui est vrai.

Quoi qu'il en soit, à supposer que l'emploi de l'acier nécessite, sous peine d'être dangereux, plus de précautions que l'emploi du fer dans la construction des ponts, peut-on plus longtemps se baser sur cette considération pour écarter l'acier, malgré l'économie que procurera certainement son adoption, en raison de sa plus grande résistance ? Nous ne le pensons pas. Nous estimons, au contraire, qu'il est temps, pour les ingénieurs constructeurs de ponts, d'adopter couramment l'acier en remplacement du fer, en se mettant au courant des précautions à prendre pour éviter tout danger. Il y a là un apprentissage à faire, comme en toute matière. On devra avoir soin, par exemple, de ne pas descendre au-dessous du rouge sombre dans le travail des pièces, parce que

l'expérience démontre qu'une barre d'acier pliée à froid peut supporter un très grand nombre de flexions ultérieures, mais que, si elle a été pliée à la chaleur bleue, elle a à peu près perdu toute élasticité et se brise souvent au premier coup de marteau. On aura soin encore de forer les trous de rivets ou, si l'on recourt au poinçonnage, d'aléser le pourtour des trous sur 1 à 2 millimètres, avant de river, parce que l'expérience démontre que l'acier est devenu cassant, de doux qu'il était, sur cette petite épaisseur. Nous ne faisons pas ici un traité de technologie, et nous n'avons dès lors pas à énumérer toutes les précautions à prendre. Il nous suffit de constater qu'elles n'ont, à nos yeux, rien d'excessif, rien qui dépasse ce que l'on est en droit d'attendre des agents à qui l'on confie l'exécution et le contrôle de travaux importants.

Nous pensons que nous verrons, pour les ponts métalliques, ce que nous avons vu pour les rails. L'économie dûment constatée dans les frais d'entretien et de réfection des rails en acier, par rapport aux rails en fer, a fait définitivement et partout substituer l'acier au fer pour les rails. La question d'économie, principalement dans les frais de premier établissement, amènera de même, dans un avenir prochain, la substitution de l'acier au fer dans la construction des ponts métalliques.

Bruxelles, le 12 septembre 1887.

DISCUSSION EN SECTION

(1^{re} SECTION)

Séance du 20 septembre

PRÉSIDENCE DE M. LOMMEL

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BARSANTI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. CANDELLERO

La séance est ouverte à 9 heures du matin.

M. le Président invite M. DEROTE, ingénieur en chef directeur des ponts et chaussées de l'État belge, directeur des chemins de fer en construction, auteur d'une note sur la question en discussion, à prendre place au bureau.

M. le Président. M. Candellero, qui s'était chargé de faire l'exposé de la troisième question, n'a pas reçu de renseignements suffisants pour rédiger un rapport écrit; et, à la demande de la Commission internationale, M. Derote a bien voulu se charger de la rédaction d'une note qui vous sera incessamment distribuée; elle a été publiée dans le n° 9 (septembre 1887, 2^e fasc.) du *Bulletin de la Commission internationale*. Pour le moment, le seul document imprimé que nous possédions, en tirés à part, est la note de l'Administration des chemins de fer méridionaux de l'Italie. Elle a été insérée dans le n° 8 (août 1887, 4^e fasc.) du *Bulletin*. Je suis heureux de constater que ses conclusions concordent presque complètement avec celles du brillant exposé de M. Derote.

M. Candellero. La note de l'Administration des chemins de fer méridionaux

(réseau de l'Adriatique) ne nous est parvenue qu'au dernier moment ; je ne pourrai donc vous en donner qu'une analyse imparfaite.

Je suis heureux de pouvoir répéter, après M. le Président, que les conclusions de la note de l'Administration des chemins de fer méridionaux concordent presque parfaitement avec celles du brillant travail de M. Derote. Cela facilitera beaucoup la discussion.

« La question dont nous allons nous occuper, dit-elle, a déjà été traitée dans la 1^{re} section (construction de la voie courante, question XXVIII) de la dixième assemblée technique des Administrations faisant partie de l'Union (*Verein*) des chemins de fer allemands, tenue à Berlin les 14 et 15 juillet 1884. Le rapporteur (Direction royale à Elberfeld) a conclu que l'expérience acquise ne permettait pas de porter un jugement certain sur les résultats de l'emploi de l'acier dans la construction des ponts de chemins de fer, attendu que l'emploi de ce métal était encore très restreint.

« On a beaucoup étudié, dans ces dernières années, les propriétés de l'élasticité et de la résistance de l'acier, et l'on a établi, actuellement, avec certitude, quelles doivent être les qualités les plus propres à rendre ce métal utilisable dans la construction des ponts. D'autre part, les progrès de la métallurgie permettent d'obtenir préalablement tous les différents aciers qu'on peut désirer pour satisfaire à toutes les conditions imposées dans les cahiers des charges.

« Les résultats obtenus à l'aide de nombreuses expériences, exécutées avec une précision rigoureuse, ont conduit à la découverte de principes du plus haut intérêt et donnant lieu à des conclusions qui sont quelquefois en contradiction avec les usages et les prescriptions encore en vigueur pour la construction des ponts métalliques. »

La note examine ensuite les propriétés de l'acier, les résultats des expériences auxquelles on a procédé et de l'emploi qui a été fait de l'acier en Italie. Elle résume ces résultats dans les termes suivants :

« En résumé, on peut en conclure que les résultats obtenus par l'emploi de l'acier dans les constructions exécutées avec les plus grands soins, selon les progrès de l'art, sont de nature à rendre recommandable l'extension rapide de ce métal et à faire abandonner les appréhensions que l'on nourrissait à l'égard de son emploi. »

Après quelques autres considérations relatives à l'extension à donner à l'acier dans la construction des ponts, la note conclut en ces termes :

« Si les ateliers sont suffisamment pourvus d'outillage pour travailler l'acier,

on peut en conclure que, pour les ouvrages de dimensions ordinaires, si l'on emploie l'acier au lieu du fer, il pourra arriver que l'augmentation due aux précautions et aux épreuves de toute sorte soit compensée par la diminution du poids et qu'il y ait économie à en généraliser l'emploi. Mais c'est surtout dans les grandes constructions que l'acier s'impose, soit au point de vue de l'économie, soit, comme on l'a vu pour le pont du Forth, pour la possibilité même de l'exécution.

« Le rôle que joue le poids mort dans un grand ouvrage peut être tellement considérable qu'une diminution de ce poids peut entraîner une économie de 25 à 35 p. c. De plus, le montage d'un ouvrage bien plus léger serait simplifié au point de pouvoir donner lieu à une nouvelle réduction de la dépense.

« Le prix de la mise en œuvre sera diminué lorsque la diffusion de l'emploi de l'acier aura transformé le matériel des ateliers et lorsque l'expérience aura démontré que quelques-unes des précautions et des épreuves qui semblent aujourd'hui nécessaires sont, au contraire, superflues. »

M. le Président. Vous venez d'entendre, messieurs, le résumé du travail de la Société italienne des chemins de fer méridionaux. Je prierai maintenant M. Derote de vouloir bien résumer le travail très complet qu'il a fait sur la question des ponts métalliques.

M. Derote. La note que j'ai rédigée tient le milieu entre le travail d'un rapporteur et le travail d'une Administration de chemins de fer qui aurait employé l'acier. Elle n'est, à proprement parler, ni l'un ni l'autre. L'État belge n'a pour ainsi dire pas employé l'acier dans la construction des ponts métalliques : à ce point de vue, ce ne sont pas des renseignements particuliers à la Belgique que mon petit travail vous fournit. Ce n'est pas non plus une œuvre de rapporteur, puisque, d'après le règlement du Congrès, le rapporteur ne peut conclure et qu'au contraire ma note conclut.

Comme je le dis dans l'avant-propos de ma note, j'ai cru devoir chercher à donner, non pas mon opinion personnelle, quoiqu'elle fût très favorable à l'emploi de l'acier, mais l'opinion généralement admise par ceux qui ont étudié la question dans ces derniers temps.

Le fait que je ne connais guère que la langue française et le peu de temps — huit jours à peine — que j'ai pu consacrer à mon travail, m'excuseront de n'avoir pu le faire aussi complet que je l'eusse désiré. J'aurais voulu pouvoir consulter des ouvrages étrangers ; mais, comme les publications de la Société des ingénieurs

français ont été basées sur les travaux d'autres pays, ma note n'est peut-être pas aussi incomplète qu'elle pourrait le paraître au premier abord.

Je commence par constater un fait que tout le monde connaît : c'est qu'il y a aciers et aciers; et, comme le dit fort justement M. Jourdan, demander s'il faut employer l'acier n'a pas plus de sens que de demander s'il faut employer la pierre ou le bois : il faut dire si l'on parle de la pierre dure ou de la pierre tendre, du bois blanc ou du sapin ou du chêne.

Je dis ensuite ce qui, au point de vue pratique, distingue essentiellement les aciers des fers. M. Jourdan donne beaucoup de détails sur ce point; mais le tout se résume en ceci : c'est que le fer risque beaucoup de se rompre quand il subit un grand effort dans le sens transversal, tandis que l'acier, qui est plus homogène, offre plus de résistance transversalement comme longitudinalement.

Puisqu'il y a aciers et aciers, il paraît nécessaire de préciser la signification de ce mot, ce qui n'est pas aussi facile qu'on pourrait le croire. Je reproduis d'abord la définition donnée en 1877 par M. Grüner. D'après lui, on ne peut même pas dire où commence et où finit l'acier. « C'est, dit-il, une série continue qui part de la fonte noire la plus impure et aboutit au fer doux le plus mou et le plus pur. »

Puis, je donne une nouvelle nomenclature des produits ferreux proposée par un comité international institué lors de l'Exposition de Philadelphie. Ce comité a donné la qualification de *fer soudé* à ce que nous appelons généralement l'acier doux ou *flusseisen*.

Dans les considérations invoquées à l'appui de sa proposition, ce comité a invoqué ce fait que déjà des procès étaient engagés sur le vrai sens du mot acier.

J'arrive ensuite à la grande subdivision de l'acier en acier dur et en acier doux et à leurs propriétés respectives.

L'acier dur est celui qui est cassant, qui résiste fort à la traction, mais ne s'allonge guère au moment de la rupture. L'acier doux résiste moins à la traction, mais s'allonge notablement avant de se rompre.

Après ces quelques généralités, je passe aux constatations et aux expériences faites dans d'autres pays et qui ont été signalées comme le motif principal de la défiance qu'inspire encore l'emploi de l'acier.

Les Néerlandais, qui ont construit des ponts de dimensions considérables, ont abandonné l'acier après avoir montré une grande confiance dans ce métal.

J'ai donc tâché, autant que me le permettaient les documents que j'avais à ma disposition, de voir si ce revirement était bien justifié. Or, il m'a paru que l'acier

a été abandonné dans les Pays-Bas, non pas tant à cause de mauvais résultats qui auraient été constatés, qu'à cause d'expériences faites dans des usines et qui ont paru donner la supériorité au fer sur l'acier.

Mais, quand je cherche à me rendre compte de ces expériences, je crois constater qu'on n'y a pas procédé d'une façon absolument logique. Les expériences ont été faites avec beaucoup de précision. On a pris des poutrelles rivées, construites avec quatre matières différentes : de l'acier rompant respectivement sous 84 et sous 66 kilogrammes, du flusseisen, appelé aujourd'hui acier doux, rompant à 46 kilogrammes, et enfin du fer résistant à 39 kilogrammes. On a soumis ces pièces à la flexion jusqu'à la rupture. Cette expérience a été défavorable à l'acier, et l'on en a conclu qu'il était d'un emploi dangereux.

Je ne possède pas d'éléments suffisants sur le point de savoir si l'acier rompant à 46 kilogrammes était bien réellement du flusseisen. Il ne suffit pas que l'acier rompe sous un faible poids pour être du vrai flusseisen ; il faudrait savoir, en outre, si cet acier qui rompait sous 46 kilogrammes présentait ce phénomène d'un fort allongement et d'une forte striction au moment de la rupture.

Mais qu'importe si, après que la limite de l'élasticité a été dépassée, l'acier est plus altéré que le fer ? Cela m'est bien égal ; ce qu'il faut savoir, c'est si l'acier vaut mieux que le fer quand on reste dans les limites où il doit servir.

En définitive, les expériences faites dans les Pays-Bas ne me paraissent pas concluantes et l'on ne peut pas, me semble-t-il, en tirer la conclusion que les Néerlandais en ont déduite.

Au § 6 de mon exposé, je parle des premiers ponts en acier qui ont été construits en Autriche et je donne le résumé des renseignements que j'ai pu recueillir à cet égard. Là, on a commencé par employer l'acier, probablement l'acier doux, dans la construction de certains ouvrages. On exigeait que sa résistance à la rupture par extension fût de 42 à 47 kilogrammes, et la contraction à la section de rupture devait être de 43 à 48 p. c. Quant à l'allongement, on ne l'indique pas.

Ces ouvrages ont donné toute satisfaction. Mais il est arrivé un jour qu'un déraillement s'est produit au pont de la Talfer, de 31 mètres d'ouverture : un wagon d'un train de ballast, marchant à la vitesse de 6 kilomètres seulement à l'heure, a déraillé et s'est jeté contre l'une des poutres. Il en est résulté la rupture d'un certain nombre de pièces ; et l'on a jugé que, dans des conditions analogues, du fer se serait simplement plié et déformé sans rupture. « Ce seul accident », dit M. Seyrig qui rapporte ce fait, « a suffi pour proscrire momentanément l'emploi

de l'acier, et sur la ligne de l'Arlberg, où tous les ouvrages devaient être en acier, on n'a plus voulu que du fer. »

Comme opinion personnelle, je crois que MM. les ingénieurs autrichiens se sont trompés et que, dans le cas cité, le fer se fût rompu aussi bien que l'acier.

Et je ne suis pas seul de cet avis : M. Dallot, ingénieur français, dit en termes formels :

« Le gouvernement autrichien aurait pu, tout aussi judicieusement, interdire l'emploi du fer dans la construction des ponts. Car des accidents analogues se sont produits sur certains ponts en fer des chemins de fer roumains. Des barres et des cornières des parois verticales ont été brisées par le choc de matériaux entraînés dans une inondation. »

Il me semble donc que les faits constatés dans les Pays-Bas et en Autriche n'infirment en rien la confiance que ces nations avaient à l'origine dans l'acier et ne justifient pas la défiance qui y a succédé.

Pour chercher à pénétrer plus avant dans le fond de la question, voici comment j'ai procédé.

Les faits constatés dans les Pays-Bas et en Autriche ne me paraissant pas suffisants pour servir de base à un raisonnement, je me suis demandé s'il n'y avait pas d'autres ouvrages que les ponts métalliques qui pussent nous fournir des indications, et il m'a paru qu'il y avait une grande analogie entre la question des coques de navires et celle des ponts métalliques. Évidemment, si l'on est peu disposé à employer l'acier pour les ponts métalliques, c'est que l'on craint qu'il ne se brise. Mais alors, le même phénomène doit se produire pour les coques de navires. La sécurité est l'élément essentiel de part et d'autre.

Nous avons déjà, pour nous, l'exemple du rail. Autrefois, il était en fer; aujourd'hui, on n'emploie plus que l'acier, et la question de la sécurité, qui est ici également un élément de la plus haute importance, n'a pas fait obstacle à cette substitution. Mais on pourrait répondre qu'ici c'est surtout la considération du prix d'entretien qui a dominé, l'usure de l'acier étant beaucoup moindre que celle du fer. C'est pourquoi je n'insiste pas sur l'exemple du rail.

Dans la question des navires, on a eu la chance, si ce mot peut être employé ici, d'avoir deux accidents qui se sont produits dans des conditions pour ainsi dire identiques : l'un sur le navire français *la Dévastation*, construit en acier; l'autre sur un navire anglais, *l'Azincourt*, construit en fer. Tous les deux sont allés s'échouer sur des rochers, l'un en vue de Lorient, l'autre dans la baie de Gibraltar.

La *Dévastation* est restée pendant plusieurs jours sur le récif, avec une partie d'une vingtaine de mètres, pesant quelque chose comme 40 tonnes, en porte-à-faux. Le bâtiment ne présentait à l'intérieur de la coque aucune déformation et il a pu rentrer au port sans autre accident. Le navire en fer, au contraire, a été détruit; je pense que cela provient de ce que, dans le sens transversal, le fer n'offrait pas une résistance suffisante et il est probable que c'est dans ce sens que la coque s'est fendue.

Aussi, se plaçant au point de vue de la sécurité, l'Administration de la marine française est arrivée à cette conclusion que la coque en acier doux offre plus de garanties de sécurité que la coque en fer.

Après ces considérations générales, j'aurais voulu arriver à une conclusion un peu précise quant au type d'acier doux à choisir; mais je n'ai pas pour cela la compétence voulue, expérimentalement parlant. Je suis dépourvu de données personnelles; et, en consultant une série d'ouvrages traitant du choix d'un type d'acier doux, j'ai constaté que cela variait beaucoup.

On peut dire cependant, d'une manière générale, qu'on se renferme aujourd'hui dans une limite qui ne dépasse guère 45 kilogrammes pour la rupture à la traction. Quant à l'allongement, on varie de 20 à 27 p. c.

Nous ne faisons pas ici un cahier des charges pour un ouvrage déterminé; il n'est donc pas nécessaire de mettre une précision mathématique dans les indications que nous donnons.

Il est aussi à remarquer que, depuis les premiers ponts en acier doux jusqu'au dernier, — le grand pont en construction à l'embouchure du Forth en Écosse, qui doit franchir deux ouvertures de 520 mètres chacune, — on a constamment marché de l'acier dur vers l'acier doux à 45 kilogrammes environ, puis qu'on s'est arrêté.

Il y a même des ingénieurs qui préconisent l'emploi de l'acier extra-doux. Je crois qu'ils ont tort: cet acier, en effet, finit par n'avoir plus que la résistance du fer, et dès lors disparaît la raison d'être de la substitution de l'acier au fer. C'est l'objection qu'a faite, à la Société des ingénieurs civils de France, M. Dallot, partisan de l'acier doux, à M. l'ingénieur Gautier, qui voulait en venir à un acier tellement doux qu'il n'aurait plus que la résistance du fer. « Mais, lui répondit M. Gautier, vous n'avez qu'à lire le fait rapporté dans les communications de M. Périissé, vous verrez que, lorsqu'un navire en fer échoue, il se crève; tandis que, s'il est en acier doux, sa coque se déforme sans se crever, ce qui est, dans la plupart des cas, le salut du navire. Si l'acier n'a pas plus de résistance que

le fer, vous pourrez cependant le faire travailler à une charge plus forte que celui-ci. Voilà l'avantage que vous aurez avec l'acier; mais vous ne pourrez opérer ainsi avec sécurité que lorsque l'acier sera extra-doux. »

Pour moi, messieurs, les conclusions à tirer de l'ensemble de ce que j'ai lu, c'est qu'il ne faut pas aller jusqu'à l'extra-doux, et qu'il faut rester dans la limite où l'acier a une résistance de 45 kilogrammes environ à la rupture par extension, avec un allongement suffisant. Les producteurs qui fournissent, à nous ingénieurs, notre matière première, doivent s'efforcer de nous fabriquer de l'acier qui, avec un allongement donné, soit 20 à 22 p. c., offre la plus grande résistance possible.

L'une des principales questions qu'il nous reste à examiner est celle qui fait l'objet du § 9 de ma notice : je veux parler du taux auquel il convient de faire travailler l'acier doux dans les ponts métalliques.

Ici, je me livre à un calcul qui part des données suivantes. En France et en Belgique, les règlements administratifs ont admis pour le fer 6 kilogrammes par millimètre carré. Si l'on considère que cette donnée résulte d'une très longue expérience, il est naturel que l'on cherche à en déduire le chiffre correspondant à adopter pour l'acier.

En faisant ce calcul, et en commençant par admettre comme établies certaines hypothèses contestables, M. l'ingénieur Seyrig a trouvé que, pour de l'acier doux se rompant à 42, à 45 ou à 48 kilogrammes, on n'obtiendrait qu'un coefficient de travail de 5*9, 6*4 et 6*7 par millimètre carré. Ce résultat paraîtrait déplorable et il serait dès lors inutile de se donner tant de mal pour savoir s'il faut employer le fer ou l'acier. Mais M. Seyrig déclare lui-même qu'une telle conclusion serait non seulement illogique, mais absurde. Pour moi, qui n'admets pas les hypothèses de M. Seyrig, ma tâche est beaucoup simplifiée. J'estime que cet ingénieur a admis, à tort, que le fer couramment exigé doit offrir 36 kilogrammes de résistance à la rupture par millimètre carré, ce qui donne une limite d'élasticité de 18 kilogrammes. Or, les fers qu'on travaille couramment en Belgique n'offrent pas, en général, cette résistance. Mais, à supposer même qu'on ait 18 kilogrammes comme limite d'élasticité du fer, M. Seyrig reconnaît à bon droit, selon moi, que rien n'impose, à priori, l'adoption du même coefficient de sécurité pour l'acier que pour le fer. Et, à ce propos, il rappelle que M. Poncelet déclarait lui-même que, étant parfaitement éclairé sur les qualités et la nature du métal, on peut augmenter les charges jusqu'à celles qui sont voisines des limites de l'élasticité. Cette opinion concorde avec celle de M. Jourdan, citée au § 2 de ma note, lorsque

cet ingénieur, à propos du fer, dit : « Comment s'étonner alors qu'on soit obligé de laisser une large marge pour ces éventualités, lorsque, connaissant la charge de rupture ou la limite d'élasticité, on veut adopter un coefficient de sécurité? »

Je trouve, d'abord, que c'est un coefficient de sécurité de 2 1/2 et non de 3 que la pratique a fait adopter pour le fer, si l'on remplace les chiffres de 36 et de 18 kilogrammes respectivement par 30 et 15 kilogrammes pour le fer. On trouve alors 7 à 8 kilogrammes comme taux admissible pour l'acier, au lieu de 5*9 à 6*7. Et ces 7 à 8 kilogrammes deviennent 9 à 10 kilogrammes, si pour l'acier on admet un coefficient de sécurité de 2 au lieu de celui de 2 1/2 admis pour le fer. Nous commençons ainsi à nous rapprocher des chiffres de la pratique; car, pendant que dans les Pays-Bas et en Autriche on abandonnait l'emploi de l'acier, les ingénieurs américains et anglais, eux, commençaient à l'employer avec beaucoup d'entrain. C'est ainsi qu'au pont de Monongahela, où l'on admettait 5*60 et 6*32 pour le fer, suivant qu'il s'agit de pièces comprimées ou de pièces tendues, on admettait pour l'acier 6*9 pour les pièces comprimées et 9*3 pour les pièces tendues. Pour le pont du Forth, à la fois le plus récent et le plus important, le Board of Trade ou Ministère du commerce anglais, qui avait à prendre la responsabilité de la décision finale, en est arrivé, après des discussions longues et approfondies, à accorder aux constructeurs l'autorisation de faire travailler le métal jusqu'à 11*8, soit près de 12 kilogrammes par millimètre carré.

On a examiné, dans diverses publications, ce que signifiait ce chiffre, et on a trouvé qu'on avait établi les calculs de stabilité du pont avec toute la prudence voulue et en tenant compte notamment, dans une large mesure, de l'action considérable que les ouragans exercent sur des ouvrages de grandes dimensions et fort élevés. On peut dire qu'en réalité jamais ce métal ne travaillera à 11*8, mais il travaillera certainement entre 10 et 11 kilogrammes.

La conclusion de tout cela me paraît être que, sans déroger aux règles de la prudence, on peut admettre, dès aujourd'hui, le chiffre de 10 kilogrammes pour l'acier doux, comme correspondant au chiffre de 6 kilogrammes généralement admis pour le fer, étant entendu que le type de l'acier doux envisagé comportera une charge de rupture de 45 à 48 kilogrammes avec allongement d'au moins 20 à 22 p. c. sur éprouvette de 20 centimètres de longueur.

Voilà, messieurs, ce que je n'hésiterais pas à proposer si j'avais à faire un cahier des charges stipulant toutes les précautions commandées par la nature de l'ouvrage à construire.

J'ai cité tantôt le pont du Forth, ayant deux ouvertures de 520 mètres. C'est

grâce à ce grand ouvrage que la fabrication de l'acier a fait tant de progrès; on a dû forcément s'ingénier à en améliorer la qualité, attendu qu'il eût été impossible d'employer le fer dans une pareille construction.

On peut se demander, et c'est là une des questions pratiques qui sont le plus de la compétence du Congrès, s'il faut réserver l'acier aux ponts à grandes ouvertures ou bien le préconiser pour tous les ouvrages quels qu'ils soient.

Ma conclusion, messieurs, je vous la livre pour ce qu'elle vaut : c'est qu'à mon avis on peut remplacer, d'une façon générale, le fer par l'acier.

Je ne vois pas pourquoi on ne pourrait pas employer l'acier pour les petits ponts aussi bien que pour les grands : il faut que les petits aussi bien que les grands ne fléchissent pas trop. Mais, si l'on fait le calcul des flèches comme je l'indique au § 10 de ma notice, on trouve qu'avec un coefficient de 6 kilogrammes pour le fer et de 10 kilogrammes pour l'acier, il suffit d'augmenter de 15 p. c. seulement la hauteur des poutres pour avoir identiquement la même flèche. Dans ces conditions, il n'y a aucune raison de ne pas substituer l'acier au fer dans la construction des petits ponts comme dans celle des grands.

Les §§ 11 (compression de l'acier) et 12 (expériences de M. Bauschinger sur l'élasticité et la résistance du fer et de l'acier) traitent de questions qui sont presque de la science. Je les ai indiquées seulement pour montrer la place qu'elles devraient occuper dans un travail complet sur la matière.

Pour éviter les soufflures, on a essayé, en Angleterre, sur une grande échelle, de comprimer l'acier pendant sa fabrication. M. Whitworth, grand industriel de Manchester, a paru favorable à cette opération; mais son chef d'atelier, M. l'ingénieur Annable, a prétendu que cela ne valait rien, et qu'il avait plus de soufflures en comprimant l'acier qu'en ne le comprimant pas. Voilà un spécimen des mille questions que soulève encore à chaque pas l'étude de la fabrication de l'acier.

Quant aux expériences de M. Bauschinger, je les passe sous silence parce qu'elles remettent tout en question. M. Bauschinger a étudié les questions de stabilité, non plus à l'œil nu comme la plupart d'entre nous, mais au microscope. Il a eu à sa disposition un appareil de lecture lui permettant d'apprécier des allongements ou des raccourcissements de deux dix millièmes de millimètre. Ceci devient de la science pure. Aussi, est-il arrivé à cette conclusion que ce que nous admettons depuis de longues années, c'est-à-dire la limite de l'élasticité, n'existe pas pour beaucoup de métaux, attendu que, dès que l'effort de compression ou de traction commence à s'exercer, il se produit des allongements permanents. Je n'ai pas

cru devoir discuter cette théorie, d'autant plus qu'au fond elle ne change guère les conclusions pratiques principales que nous pouvons tirer des faits tels que nous les connaissons.

J'arrive au dernier paragraphe de ma notice, et celui-ci je crois pouvoir le lire. Il est ainsi conçu :

« Il est incontestable que l'acier convenablement choisi, d'un type voisin de celui que l'on a mis en œuvre dans une série de grands ponts récemment construits ou encore en construction, constitue un métal notablement supérieur au meilleur fer au point de vue de la résistance.

« Il est non moins incontestable que l'emploi de l'acier s'impose pour l'établissement de certains ponts, dont les ouvertures sont trop considérables pour que l'on puisse les franchir au moyen de travées en fer.

« Il est douteux que l'acier doive être considéré, à priori, comme d'un emploi plus dangereux que le fer dans la construction des ponts : c'est peut-être l'inverse qui est vrai.

« Il est incontestable encore que la métallurgie est aujourd'hui capable de produire, à des prix différant peu de ceux du fer de première qualité, les aciers doux qui conviennent le mieux à la construction des ponts.

« Quoi qu'il en soit, à supposer que l'emploi de l'acier nécessite, sous peine d'être dangereux, plus de précautions que l'emploi du fer dans la construction des ponts, peut-on plus longtemps se baser sur cette considération pour écarter l'acier, malgré l'économie que procurera certainement son adoption, en raison de sa plus grande résistance ? Nous ne le pensons pas. Nous estimons, au contraire, qu'il est temps, pour les ingénieurs constructeurs de ponts, d'adopter couramment l'acier en remplacement du fer, en se mettant au courant des précautions à prendre pour éviter tout danger. Il y a là un apprentissage à faire, comme en toute matière. On devra avoir soin, par exemple, de ne pas descendre au-dessous du rouge sombre dans le travail des pièces, parce que l'expérience démontre qu'une barre d'acier pliée à froid peut supporter un très grand nombre de flexions ultérieures, mais que, si elle a été pliée à la chaleur bleue, elle a à peu près perdu toute élasticité et se brise souvent au premier coup de marteau. On aura soin encore de forer les trous de rivets ou, si l'on recourt au poinçonnage, d'aléser le pourtour des trous sur 1 à 2 millimètres, avant de river, parce que l'expérience démontre que l'acier est devenu cassant, de doux qu'il était, sur cette petite épaisseur. Nous ne faisons pas ici un traité de technologie, et nous n'avons dès lors pas à énumérer toutes les pré-

cautions à prendre. Il nous suffit de constater qu'elles n'ont, à nos yeux, rien d'excessif, rien qui dépasse ce que l'on est en droit d'attendre des agents à qui l'on confie l'exécution et le contrôle de travaux importants.

« Nous pensons que nous verrons, pour les ponts métalliques, ce que nous avons vu pour les rails. L'économie dûment constatée dans les frais d'entretien et de réfection des rails en acier, par rapport aux rails en fer, a fait définitivement et partout substituer l'acier au fer pour les rails. La question d'économie, principalement dans les frais de premier établissement, amènera de même, dans un avenir prochain, la substitution de l'acier au fer dans la construction des ponts métalliques. »

M. le Président. Avant d'ouvrir la discussion, je pense, messieurs, que vous serez tous d'accord avec moi pour adresser des remerciements à M. Derote pour son travail extrêmement remarquable, d'autant plus qu'il a dû le faire dans le court espace d'une huitaine de jours. (*Applaudissements.*)

J'ouvre la discussion et vous demande si vous désirez avoir d'abord une discussion générale ou si vous préférez discuter immédiatement chacun des paragraphes de la notice.

M. Derote. A mon avis, il serait utile d'avoir d'abord une discussion générale. (*Assentiment.*)

M. le Président. Il en sera donc ainsi.

M. von Leber (Autriche). Puisque personne ne demande la parole, je la prends un peu pour cette raison et ensuite parce que je crois que nous sommes ici pour nous communiquer les fruits de nos observations et de nos expériences, et non pas pour émettre des votes. Je crois que nous avons le plus grand intérêt à nous communiquer mutuellement les faits que nous avons pu constater et les résultats que nous avons nous-mêmes obtenus.

Je crois donc devoir vous dire ce que je sais de ce qui s'est passé en Autriche; d'autant plus que M. Derote, dans sa notice, y a déjà fait allusion. Je pense que mon honorable collègue ne m'en voudra pas si je rectifie quelque peu certaines données sur lesquelles il a basé ses conclusions.

Nous avons, en Autriche, une industrie métallurgique extrêmement développée. Les produits de nos aciéries sont d'une qualité telle qu'ils peuvent concourir avec les meilleurs de l'Europe centrale.

Les fers de Styrie étaient déjà remarquables à l'époque où on les obtenait direc-

tement, au moyen des minerais et du charbon de bois du pays. Puis est venu l'acier Bessemer, qui a produit une révolution dans l'industrie métallurgique et a changé complètement les conditions de production de l'acier.

A partir de ce moment, nous avons obtenu ce métal à bon marché, tandis qu'autrefois on ne pouvait pas discuter les conditions dans lesquelles on pourrait l'employer.

Aujourd'hui, il s'agit de l'emploi de ce que vous appelez l'acier doux, ou de ce que nous, Allemands, nous sommes d'accord pour désigner sous le nom de *flusseisen* ou fer obtenu par voie de fusion.

Il s'agit de le comparer au fer soudé (*schweisseisen*).

Voici ce qui est arrivé.

Lorsque la question a été agitée, on avait fait deux ou trois projets de ponts, qu'on voulait construire en fer fondu ou Bessemer doux. Nous avons donc réuni, dans une conférence, tous les représentants des usines métallurgiques de l'Autriche. Il était très intéressant, en effet, de connaître l'avis de ces messieurs.

En moins de dix ans, nous ont-ils dit, on verra tous les fours à puddler disparaître; on ne fera plus que du fer par voie de fusion. On ne voudra plus que des ponts construits avec ce métal, que vous appelez acier doux.

Puis, sont venus d'autres ingénieurs qui ont pensé qu'il fallait faire de nouvelles expériences. M. Derote a rappelé un accident survenu au pont de Talfer; mais cet accident était tout à fait insignifiant : deux wagons vides marchant à une faible vitesse ont déraillé; l'un a été se jeter contre les croisillons du pont et les a en partie brisés comme du fer fondu ordinaire.

Voilà une expérience qui semble défavorable à l'emploi de l'acier. Mais quel était exactement ce métal qui était ainsi brisé? Cela nous intéressait beaucoup. Nous avons coupé les morceaux de ces croisillons brisés, et des expériences très soignées ont été faites à Vienne pour étudier ce métal. Or, nous avons trouvé que la rupture à l'extension donnait des résultats magnifiques. L'acier était de la qualité dont parle M. Derote; la limite de rupture était de 45 kilogrammes, chiffre qui était alors admis. On avait formulé cette loi purement empirique : la somme du coefficient de rupture et de contraction doit être égale au moins à 85 ou 90; la limite de rupture et le coefficient de contraction étaient respectivement de 45 kilogrammes et de 45 p. c. Voilà quel était le métal qui était brisé.

Quand des expériences ont été faites, nous avons obtenu une extension très convenable; la section de rupture offrait un grain parfaitement fin; toutes les conditions du cahier des charges avaient été parfaitement remplies. Cependant nous ne nous

sommes pas déclarés convaincus. Nous nous sommes dit : il faut examiner les cornières. Voilà où est le point faible de ce métal, qui résiste si bien, à l'extension : du moment où vous y faites des trous, vous pouvez le briser avec une facilité relativement grande. Il en est de même des rails : aussi, aujourd'hui, on évite les échancrures de rails, parce qu'elles ont occasionné beaucoup de ruptures. Pour les ponts, le grand danger, c'est la rupture à l'endroit des rivetures et des parties embouties.

Si l'on pouvait faire des ponts homogènes avec des assemblages différents, peut-être réussirions-nous à éviter ce danger.

Quoi qu'il en soit, nous n'avions pas, en Autriche, de parti pris contre l'acier, au contraire; mais nous faisons tout autre chose que ce qui se faisait en Hollande, où l'acier employé résistait à 62 kilogrammes à la rupture. Aujourd'hui, avec l'acier Bessemer, ou Bessemer-Thomas d'Autriche, on peut avoir des échantillons entièrement recourbés sur eux-mêmes. Mais, je le répète, tout le danger de rupture se trouve à l'endroit des échancrures et rivetures. Lors de la construction du premier de nos ponts, on y a apporté les plus grands soins et l'usine avait à observer un cahier des charges excessivement sévère. Une considération financière s'est mêlée alors à la question technique et l'usine a trouvé plus avantageux d'en revenir au fer puddlé.

La question de faire travailler l'acier à un coefficient plus élevé que le fer n'est pas tout à fait vidée; elle l'est si vous prenez une surface absolument plane; mais si l'on pratique des trous dans le rail ou la cornière, il faut partir d'un autre coefficient.

Voilà comment la question se pose. Pour ce qui concerne le taux auquel il faut faire travailler le fer, cette question est très grave; je voudrais dire ce qu'on en pense en Autriche.

Autrefois, nous faisons comme en France : nous prenions une moyenne uniforme par millimètre carré, sans distinction aucune. Cette moyenne était limitée à 8 kilogrammes — un peu plus élevée qu'en France, où la limite prescrite est de 6 kilogrammes, mais équivaut en réalité à 7 kilogrammes environ, parce qu'on ne déduit pas les trous de rivets. Aujourd'hui, en Belgique, vous faites travailler le fer à 6 kilogrammes, je crois, mais vous ne déduisez pas les parties creuses.

M. Derote. C'est une erreur! En Belgique, on en tient compte.

M. von Leber. Mais pas en France, où vous élevez vos 6 kilogrammes à peu près jusqu'à 7.

Maintenant, quand, en Autriche, nous avons eu à faire une nouvelle circulaire pour régler les conditions techniques de construction des ponts — (rassurez-vous, messieurs, je ne reviens pas sur la question des surcharges), — nous sommes parvenus à formuler des prescriptions très pratiques que comprendra parfaitement tout ingénieur constructeur de ponts.

Vous savez, messieurs, que pour les petits ponts, de 3, 4 ou 5 mètres, qui sont fortement secoués, il faut être plus prudent que pour de grands ponts, comme ceux dont on parlait tout à l'heure, et cela à cause des effets dynamiques, résultant de l'action des charges roulantes. Pour ces petits ponts, les effets dynamiques ont une grande importance et l'on est obligé d'admettre un coefficient moins élevé. Nous adoptons donc un coefficient de 7 kilogrammes pour les petits ponts et de 9 kilogrammes pour les grands. Mais nous calculons alors très exactement nos calibres, et nous croyons que l'on peut faire varier le travail du fer de 7 à 9 kilogrammes en général, déduction faite des trous de rivets, suivant que l'ouverture est plus ou moins grande, c'est-à-dire, plus exactement, suivant que la charge permanente est plus ou moins considérable vis-à-vis des charges roulantes. Si l'on construit un pont en métal Bessemer, on ne saurait augmenter beaucoup ce chiffre : d'une part, à cause de l'incertitude quant aux conditions de fabrication, et, d'autre part, à cause de l'incertitude relative aux assemblages.

On ne peut pas dire que le métal Bessemer doit être rejeté pour les ponts; mais on ne peut pas dire non plus qu'il est recommandable; dans tous les cas, la question est encore douteuse.

M. Brière (*France*). Comment les trous doivent-ils être forés? Les cornières sont-elles poinçonnées?

M. von Leber. Les grandes usines poinçonnent; c'est là une question financière. Maintenant, on alèse dans tous les cas un peu les trous quand on emploie l'acier. Certaines Compagnies prescrivent le forage entièrement. Des usines — parmi lesquelles je puis vous citer celle d'Andretz, près Gratz — avaient même admis le forage entier comme principe, mais ce travail devient trop coûteux.

M. Piéron (*France*). Je crois que nous sommes tous d'accord sur ce point que lorsqu'on emploie l'acier on ne doit jamais poinçonner, ou qu'il faut aléser sur 2 millimètres au moins.

M. Derote. Je crois qu'un phénomène bien constaté est celui-ci : c'est que, quand on poinçonne, le métal s'altère à côté de la partie poinçonnée.

M. Piéron. Mais l'inconvénient qui est grave avec l'acier est moindre avec le fer.

M. Bernard (*Belgique*). Je désirerais poser une question à M. von Leber. Il nous a dit quel effort il fallait pour amener la rupture des plates-bandes en acier; il a dit aussi que la force des cornières est moindre. Il serait intéressant de savoir à quelle charge ces bandes se sont rompues.

M. von Leber. Pour être absolument exact, il faudrait connaître la limite de rupture du métal fourni; puis prendre en considération plusieurs autres données, entre autres la limite d'élasticité, le coefficient d'extension, etc. La limite d'élasticité est une donnée un peu vague, et nous avons trouvé que ce qui est frappant, ce qui doit donner le mieux une idée de la constitution du métal, c'est l'allongement. Nous fixons donc la limite de rupture et l'allongement, et nous précisons comment il sera mesuré.

Cette manière de mesurer l'allongement est à peu près celle qui est employée dans toutes les usines de l'Europe: les marques doivent être placées de telle façon que leur distance fasse à peu près huit fois le diamètre de la section. Supposez une section circulaire, prenez-en huit fois le diamètre et vous aurez à peu près la distance où les marques doivent être placées.

Si maintenant vous vouliez être très exact, vous devriez prendre pour coefficient de sécurité 5, par exemple; si la limite de rupture est de 40 kilogrammes, vous auriez 8 kilogrammes pour le travail admissible du fer. Mais nous n'avons pas procédé ainsi parce que, quand vous fixez un chiffre dans un cahier des charges, il faut être pratique; il faut songer que les clauses de ce cahier des charges devront être appliquées dans tous les cas et, par conséquent, il ne faut prescrire que des conditions facilement applicables.

On ne saurait faire trop d'expériences pour arriver à avoir un coefficient exact de rupture lorsqu'il s'agit d'ouvrages et de fournitures considérables.

J'ai pu constater moi-même, en 1881, par exemple, combien étaient minutieuses les études préliminaires du grand pont du Forth, et je crois ne faire tort à personne en disant à ce sujet que les grandes innovations en matière de pont nous viennent aujourd'hui, comme dans le passé, de l'Angleterre. Mais pourrez-vous, messieurs, pour chaque fourniture peu importante vous livrer à de pareilles études, envoyer des employés à la réception des fers, etc.? Vous ne le pourrez évidemment pas. Il importe donc de fixer pour le travail du fer des limites précises applicables dans tous les cas.

Permettez-moi maintenant, messieurs, de toucher une autre question.

J'ai dit que nous admettons pour le fer un travail de 7 à 9 kilogrammes. Voici, à ce sujet, ce qui s'est passé en Allemagne. Nous avons eu toute une suite d'ingénieurs qui ont inauguré un nouveau mode de calculer les pièces d'un pont. Ils sont partis des expériences intéressantes qu'avait faites M. Wöhler et qui ont été reprises par d'autres ingénieurs; ils en ont déduit une théorie absolument fausse. Je vais vous en donner une idée.

M. Wöhler, qu'a-t-il trouvé, au fond? Prenez une pièce de fer se rompant sous un seul effort de tension à 40 kilogrammes; si, au lieu de la tendre une seule fois, vous la tendez cent fois, ce ne sera pas 40 kilogrammes qu'il faudra prendre comme limite la plus inférieure de rupture, mais bien 30 ou 35 kilogrammes, par exemple. Ce qui veut dire que, plus vous augmenterez le nombre des extensions, plus la limite de rupture descendra. Voilà donc une loi établie pour la première fois sur un fait que nous connaissions tous; étant enfants, nous savions parfaitement qu'on rompt un fil de fer en le coudant plusieurs fois. Si donc vous multipliez le nombre des efforts pour obtenir la rupture, la limite de rupture baisse.

On avait donné une dénomination aux limites de rupture qu'on obtenait dans différentes conditions, et établi toute une théorie sur ces données: il y avait la limite de rupture déterminée par l'extension en partant de zéro; dans d'autres expériences, on prenait la compression d'abord et l'extension ensuite. De là des limites de rupture et des formules nombreuses et variées.

On est parti de là pour obtenir une formule donnant le travail du fer qu'il faudrait admettre dans chaque cas en calculant les différentes pièces d'un pont. Cette formule n'est pas autre chose que l'expression des effets constatés à la rupture. Mais les conditions que nous prescrivons pour la construction des ponts restent, en somme, bien au-dessous de la limite d'élasticité et nous sommes donc très loin de celle de rupture.

Or, quand vous faites travailler le fer à 6, 7 ou 9 kilogrammes, les lois de déformation sont toutes différentes de ce que donnent les expériences près de la limite de rupture. Notre théorie ne s'applique qu'aux pièces comprimées ou tendues bien au-dessous de la limite de l'élasticité. C'est là ce qu'ont oublié les partisans des nouvelles théories dont je viens de parler, et en partant des limites de rupture seulement ils sont arrivés à des conclusions erronées pour calibrer leurs pièces. Leur formule admet une moyenne de 7 kilogrammes, multipliée par un coefficient qui augmente en raison du rapport entre l'effort minimum et l'effort maximum que doit supporter la pièce à calibrer.

Eh bien, messieurs, ce raisonnement est absolument erroné: si vous prenez un

ressort et qu'après l'avoir tendu vous le laissez se détendre, l'élasticité se maintiendra mieux que si vous le tenez constamment tendu. Nous sommes ici à peu près dans les mêmes conditions. On dit que les poutres d'un pont sur lequel passent les trains sont dans des conditions plus défavorables que les poutres employées dans une construction de bâtisse, par exemple. C'est encore une erreur. Supposez que de part et d'autre la poutre considérée travaille à 3 kilogrammes en poids mort (propre) et que, par le passage des trains ou par les matériaux de la construction que supporte la poutre, le travail soit élevé à 8 kilogrammes; dans le premier cas, la poutre sera allégée de tout ce qui excède son poids mort dès que le train aura passé, tandis que, dans le second cas, la poutre continue à supporter tout le poids des matériaux qui pèsent sur elle et travaille à 8 kilogrammes d'une façon permanente.

Pour toutes ces raisons, nous ne partageons pas l'avis de ceux des ingénieurs allemands qui veulent calculer les pièces d'un pont d'après les expériences de Wohler.

M. Bernard. Je me permets de soumettre une autre question à M. von Leber.

Il semble préférer, avec M. Seyrig, l'acier Bessemer ne se rompant qu'à 45 kilogrammes. Or, en France et en Belgique, on emploie du fer qui se rompt à la traction longitudinale de 36 kilogrammes par millimètre carré et à la traction transversale de 24 kilogrammes.

Il serait intéressant de savoir s'il en est ainsi du fer de Styrie.

M. von Leber. Mon coefficient se rapporte aux expériences faites dans le sens des fibres.

Si vous prenez des tôles et si vous les soumettez à des expériences de rupture dans le sens transversal, vous trouverez une limite de rupture moins élevée.

M. Derote. Pas pour l'acier.

M. von Leber. Je parle des tôles laminées ordinaires. Il s'agit de l'effet de la traction dans le sens des fibres, c'est-à-dire dans le sens du travail des laminoirs.

M. Jules Michel (France). Puisque nous sommes appelés à apporter ici les renseignements que nous avons pu recueillir, je crois devoir dire où nous en sommes au chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Actuellement, nous employons l'acier doux pour tous les ponts d'une longueur supérieure à 30 mètres.

C'est une question de prix de revient qui a déterminé cette résolution. Nous avons établi un coefficient de 9 kilogrammes pour la résistance de l'acier et nous en déduisons le prix dans chaque cas particulier. Or, jusqu'à présent, le fer est encore meilleur marché pour les ponts de 4 à 30 mètres. Cependant, pour les ponts d'une portée inférieure, nous employons des cornières et des goussets en acier. D'autre part, nous avons appliqué l'acier aux pièces de petite portée des plaques tournantes et il nous a donné de bons résultats. Nos ponts tournants de 4 et 5 mètres sont maintenant fabriqués avec des longerons en acier laminé et ils nous donnent toute satisfaction.

Quant à la question de résistance, nous avons pris les données du cahier des charges du service de la marine de France, données que M. Derote a rappelées dans sa notice.

Quand nous avons commencé à employer des éclisses en acier, les premières expériences ont été peu satisfaisantes, parce qu'on avait conservé le poinçonnage des trous au lieu de les forer comme pour les éclisses en fer. Toutes nos éclisses sont maintenant percées au foret et ne sont pas poinçonnées : nous ne constatons plus de rupture, sauf dans des circonstances exceptionnelles.

M. Piéron. Depuis longtemps, en Angleterre, on ne fabrique plus de chaudières autrement qu'en tôle d'acier. Or, on sait que, pour les chaudières, la rupture a une importance capitale. On a pris les précautions nécessaires pour le forage des trous. La même tendance se manifeste maintenant en France : on y a obtenu des chaudières en acier à 4 p. c. de moins que les chaudières en fer.

Un membre. La question est encore très controversée en France.

M. Piéron. En Angleterre, elle paraît résolue : l'acier y est généralement employé dans la fabrication des chaudières.

M. Jules Morandière (France). Si l'acier a réussi pour les chaudières fixes et marines, il n'en est pas de même pour les chaudières de locomotives. Quelques essais timides se font de loin en loin, mais il n'existe qu'une seule Compagnie de chemins de fer construisant toutes ses chaudières en acier; encore faut-il ajouter que cette Compagnie, qui est anglaise, n'a pas confiance dans l'industrie privée, et qu'elle produit son acier elle-même.

M. Bricka (France). Pour dissiper les craintes de M. von Leber, il paraît utile d'insister sur les résultats obtenus dans la marine française.

C'est en 1874 qu'on a commencé à construire des navires en acier, et main-

tenant on ne construit plus de navires dans lesquels toutes les pièces ne soient en acier.

Au début de cette innovation, il s'est produit plusieurs ruptures inexplicables qui ont beaucoup préoccupé l'administration de la marine. Les ingénieurs des arsenaux furent invités à donner les relevés de tous les accidents qui surviendraient; mais, au bout d'un certain temps, on s'aperçut que ces relevés restaient invariablement en blanc et cela uniquement parce qu'on avait appris à travailler l'acier comme il doit l'être.

M. Jules Michel vient de parler du système pratiqué pour la construction des ponts par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Je puis, de mon côté, citer un pont à Rouen, ayant une ouverture de 50 mètres et complètement construit en acier. Les calculs ont été établis d'après un coefficient de 10 à 11 kilogrammes par millimètre carré.

Un mot maintenant des formules dérivant des expériences de Bauschinger et de Wöhler.

Il n'était pas besoin, me semble-t-il, de faire des expériences aussi délicates que celles de Bauschinger pour constater que les lois de Wöhler ne sont pas applicables aux ponts. Lorsque les rails de fer ou d'acier sont usés, ils ont éprouvé une série de chocs qui dépasse, pour les rails d'acier au moins, le nombre atteint dans les expériences de Wöhler. Personne n'a constaté que ces rails eussent subi une diminution sérieuse de leur qualité au moment de leur mise au rebut. J'ai fait moi-même, sur des rails en fer, une expérience fort simple consistant à vérifier la qualité du fer au moment où on les retirait de la voie. Cette expérience m'a donné des résultats tout à fait concluants et bien plus concluants surtout que ceux de Wöhler.

Je suis de l'avis de M. von Leber qu'il faut repousser celles-ci en tant qu'elles conduisent aux conclusions qu'on en a tirées.

M. von Leber. J'ai oublié de citer tout à l'heure un fait qui se rapporte directement à ce que vient de dire M. Bricka.

Pendant que nous discussions, au ministère, cette question du travail des fers, il a paru, dans un journal allemand, un article signé d'un nom qui fait autorité en Allemagne.

Il y était dit : « Maintenant, je suis autorisé par M. Bauschinger à dire qu'il a soumis des pièces de métal à cinq millions de trépidations ou d'extensions et de compressions, toutes au-dessous de la limite d'élasticité; ces pièces ont été ensuite

coupées en morceaux pour être soumises à la machine destinée à expérimenter les métaux, et il a été constaté qu'elles n'étaient nullement altérées. »

Il existe, messieurs, un vieux proverbe français disant : « Qui veut trop prouver ne prouve rien. » Je crois que l'auteur dont je parle est tombé dans ce tort en ajoutant qu'un certain nombre de pièces paraissaient même plus fortes après l'épreuve qu'avant. D'où il faudrait conclure que le fer subit ainsi une espèce de gymnastique qui le rend plus fort. (*Hilarité.*)

M. Derote. J'avais lu cela, en effet; mais je n'ai pas osé le dire dans ma notice.

M. von Leber. Non, vous ne l'avez pas dit; mais moi je répare l'omission.

M. Jules Morandiere. Il y a plusieurs années, on a fait, en France, divers ponts tournants, partie en fer et partie en acier pour alléger la construction. Dernièrement, au contraire, on a construit un grand pont tournant à Marseille, donnant une passe navigable de 50 mètres, et dont la volée mobile pèse environ 1,350 tonnes; il n'a pas été fait emploi de l'acier.

Dans ces dernières années, l'Administration a donné l'autorisation pour un emploi partiel de l'acier dans la construction d'un pont tournant à Caen, et de deux ponts tournants à Bordeaux.

Il en a été de même pour un pont sur la Sarthe, près d'Angers, ayant 50 mètres d'ouverture, et pour deux ponts du chemin de fer de Tours à Sargé, l'un ayant 57 mètres, l'autre 13 mètres d'ouverture, ainsi que pour un grand pont ayant trois travées en arc, sur la Seine à Rouen. Dans ces ouvrages et d'autres encore, les poutres principales sont en acier. C'est l'inverse de ce qui s'est fait dans les Pays-Bas. Les ponts transportables de M. Eiffel sont entièrement en acier.

En Amérique, pour les deux grands ponts de Plattsmouth et de Bismarck, ayant jusqu'à 120 mètres d'ouverture, dont M. Derote parle dans sa note, les poutres principales sont aussi en acier, tandis que les autres pièces du pont sont en fer. Il est vrai qu'on fait travailler les pièces de pont à un taux un peu plus considérable que généralement en France.

Maintenant, un fait qui paraît assez bizarre au premier abord, en ce qui concerne ces deux ponts américains, c'est que, dans le premier, on a employé plus d'acier que dans l'autre. M. Derote en donne une explication, mais cela tient peut-être aussi à cette circonstance particulière que le lieu de production de l'acier était presque à pied d'œuvre pour le pont de Plattsmouth, tandis qu'il était plus éloigné

pour l'autre. Quoi qu'il en soit, le poids du premier est de 3,170 kilogrammes par mètre linéaire (dont 58 p. c. en acier), tandis que celui du second est de 3,500 kilogrammes (dont 37 p. c. d'acier).

J'ajouterai que, pour le dernier pont, on avait prescrit, en plus des conditions nouvelles, des essais sur les pièces fabriquées entières, ces pièces donnant généralement des résistances moindres que les éprouvettes d'essai découpées dans la masse.

Au sujet de la question de la construction des ponts en acier, il y a une autre observation à faire. Il faut, je crois, changer les plans, avant de procéder à la substitution de l'acier au fer, et ne pas se borner simplement à changer le métal en réduisant les épaisseurs. Supposez par exemple un plancher; il est composé de solives en fer à double T; vous voulez remplacer le fer par l'acier, et vous ne voulez opérer que sur l'épaisseur du métal. Eh bien, en faisant les calculs, on arrive à une épaisseur telle que les usines ne peuvent plus produire ces pièces. On doit donc changer le mode d'arrangement des différentes pièces. Dans l'espèce, on peut recourir soit à des poutrelles moins hautes mais plus nombreuses, soit à des poutrelles en tôles et cornières. Dans les deux cas, le plan primitif est changé.

M. Derote a cité tout à l'heure un mémoire de la Société des ingénieurs civils de Paris; M. Seyrig y a fait un plaidoyer dans lequel il a exposé toutes les raisons qu'on peut faire valoir pour et contre l'emploi de l'acier, mais son opinion personnelle est plutôt en faveur de l'acier.

Quant à la formule de Weyrauch basée sur les expériences de Wöhler, M. Tresca a fait également, à la même Société des ingénieurs civils de Paris (séances des 1^{er} et 15 juillet 1881), une comparaison dans laquelle il a montré que cette formule n'offrait pas l'avantage qu'on supposait et qu'il fallait s'en tenir à la formule ordinaire, dite « de l'école française ».

M. Siegler (France). Il y a un grand intérêt à connaître les efforts faits à l'étranger et particulièrement en Amérique pour étendre l'emploi de l'acier. Les Américains, en effet, ont la spécialité des grands ponts et ils y emploient largement l'acier. Cependant, il ne faut pas perdre de vue que l'emploi du fer ou de l'acier dépend aussi du mode de construction des ponts. Le système américain est tout à fait différent du nôtre, parce que tout le travail se fait à l'atelier et qu'on n'a plus qu'à assembler les pièces sur place au moyen de boulons. Souvent même on éprouve toutes les pièces avant leur sortie de l'atelier.

Dans nos constructions européennes, au contraire, une grande partie du travail

crois qu'il y a beaucoup de faits qui sont de nature à calmer les craintes de M. von Leber.

M. Siegler a fait une distinction intéressante entre les constructions américaines et européennes. Mais ne faut-il pas dire que, si les Américains obtiennent de bons résultats de l'emploi de l'acier, nous les obtiendrions également en employant le même mode de construction que les Américains; en d'autres termes, qu'avec un métal nouveau il faut employer un mode nouveau de construction?

Quant aux divers modes de calcul signalés par M. von Leber pour l'étude de la stabilité des ponts métalliques, je crois qu'ils s'appliquent à toute espèce de métal et n'offrent rien de spécial à la question de l'emploi de l'acier.

Je ne suis pas à même d'apprécier l'observation de M. Adadouff, quant à l'influence du froid. Je ne puis que retenir les renseignements qu'il a fournis à la section; mais, si je l'ai bien compris, l'acier est considéré en Russie comme plus dangereux que le fer. (*Assentiment.*) Le froid diminue-t-il également la résistance du fer?

M. Adadouff. Non, l'influence du froid n'est pas la même.

M. Derote. C'est un fait intéressant à constater.

En résumé, il me semble que les conclusions de ma notice répondent assez bien au sentiment général des membres de notre section, avec cette réserve qu'au lieu de dire, comme je le proposais, que l'emploi de l'acier devrait être couramment adopté, il y aurait lieu de distinguer et de dire que l'emploi de l'acier s'impose pour les grands ouvrages; qu'il serait encore bon de l'employer pour les ouvrages de moyenne importance, mais que, pour les petites constructions, il est peut-être préférable, jusqu'à nouvel ordre, de maintenir couramment l'emploi du fer.

Je me rallierais à ces conclusions, parce qu'il me paraît assez peu important que, pour les petits ouvrages, on emploie l'acier plutôt que le fer.

M. le Président. Je crois que nous pouvons résumer la discussion qui vient d'avoir lieu sur la question des ponts métalliques, — ce que vient, d'ailleurs, de faire déjà M. le rapporteur.

Je constate, avec plaisir, qu'il n'y a pas grande divergence entre les opinions exprimées, et qu'il y a même unanimité sur certains points.

On est d'accord pour reconnaître que l'emploi de l'acier ne présente aucun danger, alors surtout qu'on admet — ce qui est naturel — qu'au nouveau métal

doivent correspondre de nouveaux procédés de fabrication, répondant aux exigences particulières de ce métal.

Je constate aussi qu'on est à peu près d'accord, en général, sur cet autre point que, pour des ponts d'une portée tout à fait exceptionnelle, — comme, par exemple, le pont du Forth, en Écosse, — l'emploi de l'acier s'impose; et que, pour les ponts d'une portée très grande, l'emploi de l'acier peut être considéré comme très utile au point de vue économique.

Je crois que tout le monde est à peu près d'accord aussi sur ce point que, pour les ponts de faible portée, la question est extrêmement douteuse et doit être encore réservée. Il paraît, toutefois, qu'elle semble devoir être résolue en faveur de l'emploi du fer; mais elle perd, d'ailleurs, en partie, toute importance pratique.

Voulez-vous, messieurs, reprendre successivement chacune des conclusions du rapport de M. Derote, sauf à les mitiger par une rédaction plus générale? (*Assentiment.*)

Voici la première conclusion :

« Il est incontestable que l'acier, convenablement choisi, d'un type voisin de celui qu'on a mis en œuvre dans une série de grands ponts récemment construits ou encore en construction, constitue un métal notablement supérieur au meilleur fer, au point de vue de la résistance. »

M. Werchowsky (*Russie*). Il faut s'entendre sur ce qu'est l'acier dont on parle; car, comme vous le savez et comme on l'a fait remarquer, du reste, il offre des qualités bien diverses. Il y a, notamment, de l'acier qui est tout simplement du fer fondu.

Il importe donc de préciser quel est le métal dont on parle. Ainsi, en Russie, nous avons plusieurs ponts qui ont jusqu'à 40 mètres d'ouverture et qui sont construits en fer fondu.

Une commission spéciale, instituée par le gouvernement, a décidé que le fer fondu pouvait être employé pour ces ouvrages, mais qu'il fallait prendre certaines précautions dans la fabrication de ce métal.

Quoi qu'il en soit, il importe, je le répète, de bien dire de quel acier on entend parler quand on l'introduit dans la formule d'une conclusion.

M. Derote. On pourrait dire : « Il est incontestable que l'acier doux, convenablement choisi, d'un type voisin, etc. »

M. von Leber. Je ne pense pas que l'on puisse dire : « Il est incontes

table, etc. » Nous venons, en effet, d'entendre dire par M. Adadouff que cela n'est pas exact pour les pays où règnent de grands froids.

D'autre part, il y a la question des échancrures des trous. Peut-on dire, d'une manière absolue, que l'acier est supérieur au fer, quand on signale les inconvénients des trous forés dans l'acier?

M. Derote. Nous parlons au point de vue de la résistance.

M. von Leber. Je crois que les termes de cette conclusion, comme ceux des autres, sont trop absolus et devraient être mitigés.

M. le Président. Je pense aussi que l'objection faite par les ingénieurs russes doit trouver son expression; elle pourrait peut-être faire l'objet d'une disposition additionnelle.

M. Derote. On pourrait faire droit à cette objection en ajoutant à la conclusion proposée : « ...dans les conditions de température ordinaire »; ou bien : « toutes réserves faites, quant aux pays où règnent de grands froids ».

M. Harten (Belgique). Ou bien : « ...où règnent des froids exceptionnels ».

M. Bricka. Il faudrait dire : « réserve faite quant aux pays à froids exceptionnels ».

M. le Président. La question me paraît assez importante pour en faire l'objet d'une réserve spéciale qui pourrait trouver place à la fin des conclusions. (*Assentiment.*)

M. von Leber. On propose aussi de dire que l'acier... est un métal notablement supérieur « au meilleur fer ». Le mot meilleur me semble superflu.

— La section décide la suppression du mot meilleur.

M. Werchowsky. J'insiste pour qu'on précise la nature de l'acier dont on parle.

M. le Président. On a paru d'accord pour dire « acier doux ».

M. Werchowsky. Cette expression ne me semble pas suffisamment explicite.

M. von Leber. On serait tout à fait précis en ajoutant, entre parenthèses, le mot *flusseisen*.

— Adopté.

M. le Président. La conclusion serait donc ainsi rédigée :

« 1° Il est incontestable que l'acier doux (*Musseisen*), convenablement choisi d'un type voisin de celui qu'on a mis en œuvre dans une série de grands ponts construits ou encore en construction, constitue un métal notablement supérieur au fer, au point de vue de la résistance. »

— Cette rédaction est adoptée.

M. le Président. La seconde conclusion est ainsi conçue :

« 2° Il est non moins incontestable que l'emploi de l'acier s'impose pour l'établissement de certains ponts, dont les ouvertures sont trop considérables pour que l'on puisse les franchir au moyen de travées en fer. »

M. von Leber. Le mot *s'impose* me semble trop absolu; je préférerais : *se recommande*, ou quelque autre expression équivalente.

M. Brière. A mon avis, la rédaction proposée ne rend pas exactement la pensée de la section, et elle proclame une vérité qui rappelle un peu celles de La Palisse.

Il est évident que si les ouvertures sont trop considérables pour qu'on puisse les franchir avec des travées en fer, il faut nécessairement employer autre chose.

Il faut laisser à chaque ingénieur ayant à construire un pont dans des conditions exceptionnelles le soin de prendre les dispositions que ces conditions imposent. D'autre part, telle difficulté considérée aujourd'hui comme insurmontable sera vaincue plus tard. Ainsi, nous en avons un exemple en France : c'est le grand pont viaduc en fer de Gabarit, d'une ouverture de 165 mètres, construit sur le même type que celui du Douro par M. Eiffel, et que l'on eût considéré autrefois comme inexécutable.

M. Derote. Cela s'éloigne encore énormément de l'ouverture de 500 mètres.

M. Brière. Mais enfin, où commencera la dimension incompatible avec l'emploi du fer ?

M. Derote. Je n'ai pas eu le temps de creuser ce sujet maintenant, et il faudrait de longs calculs pour résoudre cette question à la fois technique et économique.

J'ai recherché théoriquement jadis quelle est la plus grande portée qu'on pourrait franchir avec une matière donnée. On ne pourrait pas faire un pont d'une portée quelconque avec du carton, par exemple.

M. Brière. Cela dépend encore. (*Rires.*)

M. Derote. Il y a évidemment une limite extrême pour chaque espèce de matériaux. Quelle est la limite pour le fer? Je le répète, je n'ai pas eu le temps de la calculer. Tout ce que j'ai voulu dire, c'est que, pour certaines ouvertures, l'acier s'impose, parce que le fer serait insuffisant.

M. von Leber. Mais vous ne pouvez pas affirmer qu'on ne peut plus employer le fer au delà d'une certaine limite. Nous sommes, du reste, encore tellement loin de cette limite avec des ouvertures de 500 mètres qu'il me semble inutile de les prévoir.

M. Derote. J'en doute.

M. von Leber. Je ne crois pas que cela soit avéré.

M. Bricka. Nous discutons la question de la limite de l'emploi du fer. Nous, ingénieurs, qui avons à examiner cette question au point de vue technique, nous ne pouvons pas ne pas nous préoccuper de la question de dépense. Or, du moment où l'on dit que l'acier est supérieur au fer, on doit admettre que l'acier s'impose dans certaines conditions. Ainsi, un pont en acier de 100 mètres d'ouverture a le même poids qu'un pont en fer de 50 mètres; un pont en acier de 400 mètres a le même poids qu'un pont en fer de 160. Cela résulte de calculs faits par un ingénieur français. En présence de pareils écarts et étant donné que l'acier est supérieur au fer, il est évident que, pour les grandes ouvertures, l'acier s'impose nécessairement.

M. von Leber. Je propose de dire tout simplement : « Il est non moins incontestable que l'emploi de l'acier se recommande pour l'établissement de ponts d'une grande ouverture. »

M. le Président. C'est exactement ce que j'allais proposer. Voici la rédaction que j'avais préparée :

« 2° Il est non moins incontestable que l'emploi de l'acier doux se recommande et s'impose même dans l'établissement des ponts pour lesquels il y a intérêt à recourir à des ouvertures exceptionnelles. »

— Cette rédaction est adoptée.

M. le Président. Nous passerons au n° 3° ainsi conçu :

« 3° Il est incontestable encore que la métallurgie est aujourd'hui capable de

produire, à des prix différant peu de ceux du fer de première qualité, les aciers doux qui conviennent le mieux à la construction des ponts. »

— Adopté.

« 4° Il est douteux que l'acier doive être considéré, à priori, comme d'un emploi plus dangereux que le fer dans la construction des ponts : c'est peut-être l'inverse qui est vrai. »

M. von Leber. Je crois qu'il y a lieu de supprimer complètement ce paragraphe; il ne nous apprend rien de nouveau et il émet des doutes ou des assertions qui ne sont pas bien démontrées. Je ne vois, d'ailleurs, aucun intérêt à le maintenir.

M. Derote. Ce qui m'a amené à introduire cette phrase, c'est que bien des ingénieurs belges admettent comme un axiome l'inverse de ce que je propose de dire. Je suis parti de cette idée que l'on considère généralement l'emploi de l'acier comme plus dangereux que celui du fer et j'ai voulu exprimer la pensée que cela est plus que douteux.

M. von Leber. Mais nous avons déjà dit que l'emploi de l'acier se recommande. Cela répond suffisamment à l'opinion que vous voulez infirmer.

M. le Président. Ne pourrait-on pas dire que le caractère dangereux attribué à l'acier peut être éliminé par une fabrication convenable?

M. Bricka. Il est évident que l'emploi de l'acier pourra être dangereux si, dans sa fabrication, on ne prend pas les précautions indispensables.

M. Jules Michel. Pourquoi parler du danger que peut présenter l'emploi de l'acier? Si des ponts en acier se sont brisés, c'est que l'acier était, sans doute, d'une qualité peu appropriée à l'usage qu'on en devait faire.

M. von Leber. Je persiste à croire que le mieux serait de supprimer cette phrase; elle ne dit rien de formel ni pour ni contre l'emploi de l'acier et offre cet inconvénient qu'en disant qu'il y a là un danger douteux, vous exprimez une pensée qui semble défavorable à l'emploi de l'acier.

M. Derote. Ne pourrait-on pas dire qu'il ne résulte pas de l'ensemble des faits constatés que l'acier doux soit d'un emploi plus dangereux que le fer, quand on prend les précautions nécessaires?

M. von Leber. Mais puisqu'on conseille l'emploi de l'acier, c'est que la section le considère comme n'étant pas dangereux.

M. Derote. La suppression de la phrase n'impliquerait-elle pas que la section pense le contraire de ce que dit la phrase? N'est-il pas utile d'affirmer que l'acier n'est point dangereux pourvu que, dans sa fabrication, on prenne les précautions nécessaires?

M. Bricka. Il faudrait dire que la fabrication doit en être surveillée.

M. Jules Michel. Non, parce qu'il se peut que, dans quelques années, cette surveillance ne soit plus nécessaire.

M. le Président. Je crois avoir saisi la résultante des opinions exprimées : c'est que, au point de vue des détails de la construction, l'emploi de l'acier ne présente aucun danger, quand on prend les précautions voulues.

M. Derote. C'est un peu du La Palisse cela.

M. le Président. Je propose de dire : « 4° L'emploi de l'acier exige des précautions spéciales au point de vue de la fabrication de la matière et de la construction proprement dite. »

— Adopté.

Maintenant reste la disposition additionnelle concernant la température. On pourrait dire :

« La raison de construire des ponts en acier peut être influencée par des conditions de température exceptionnellement basses, dans lesquelles l'emploi de l'acier semble devoir être évitée.

M. Brière. M. Adadouff a indiqué un chiffre; il a parlé de 20 degrés Réaumur au-dessous de zéro; pourquoi ne pas l'adopter? Ce serait plus précis.

M. le Président. Il me semble difficile d'être précis à ce point-là.

M. von Leber. On pourrait peut-être dire : « L'emploi de l'acier n'est pas recommandable dans les climats », etc.; et ajouter l'autre paragraphe où il est dit que l'emploi de l'acier est dangereux si l'on ne prend pas toutes les précautions nécessaires.

M. Derote. On n'aime pas à revenir sur des questions résolues. Je dois

cependant faire remarquer que la première phrase de nos conclusions ne sera pas absolument exacte si l'on n'y fait pas la réserve relative aux grands froids. On pourrait dire, après le premier paragraphe : « Toutes réserves faites quant à l'emploi de l'acier dans les climats exceptionnellement froids. »

M. de Sytenko (*Russie*). Les climats rigoureux existent, ce qui n'empêche pas d'y employer l'acier. En Russie, tous les rails sont en acier, malgré les 40 degrés centigrades de froid qui n'y sont pas rares en hiver. Mais il faut constater le fait que les basses températures influent sur le métal. Par conséquent, je propose un autre amendement, que voici : « Les basses températures influent sur le métal et il faut avoir égard à cette considération. »

M. le Président. La section est-elle d'avis d'introduire une disposition spéciale pour les climats rigoureux ?

Plusieurs membres. Oui ! Oui !

M. von Leber. On pourrait dire, en rattachant la disposition au premier paragraphe : « L'emploi de l'acier nécessite, sous peine d'être dangereux, plus de précautions que l'emploi du fer dans la construction des ponts. Il n'est pas recommandable, en particulier, dans les climats à température très basse. » (*Réclamations.*)

M. le Président. La section a été d'avis tout à l'heure qu'il fallait, par une disposition spéciale, faire une réserve quant aux climats très froids. Je propose d'ajouter aux conclusions adoptées un paragraphe ainsi conçu : « Des précautions spéciales se recommandent aussi lorsqu'il s'agit de ponts établis dans des climats exceptionnellement froids. »

— Cette rédaction est adoptée.

M. Werchowsky. La question qui vient d'être traitée est très importante. On ne peut pas ou on n'ose pas dire quelles sont les précautions qu'il faut prendre. Je me demande s'il ne serait pas utile de proposer pour le prochain Congrès une question qui serait le complément de celle que nous venons de discuter ; celle de savoir « quelles sont les précautions à prendre dans la fabrication du fer et de l'acier fondu pour la construction des ponts et dans le travail de fabrication des différentes parties de l'ouvrage ». Cette question est fort intéressante et il se trouverait probablement des ingénieurs de longue expérience qui pourraient apporter

d'utiles renseignements. Dans beaucoup de cas, on craint l'emploi de l'acier parce qu'on ne sait pas au juste quelles précautions il faut prendre.

M. le Président. Nous n'avons pas à statuer aujourd'hui sur cette proposition ; mais je m'efforcerai de faire porter cette question au programme du prochain Congrès.

M. Werchowsky. Je me déclare satisfait.

M. de Sytenko. Je prends encore un instant la parole uniquement pour attirer l'attention des ingénieurs qui s'occupent de l'acier sur une question fort intéressante concernant un nouveau principe à introduire dans les cahiers des charges.

Vous savez, messieurs, que quand on fait l'essai de l'acier, on prend en considération la flèche qui se produit à la suite de la flexion de la barre chargée. Or, un éminent ingénieur russe, que vous connaissez sans doute, messieurs, le général Dmitry Jourovsky, a constaté que lorsqu'on augmente la charge, après en avoir dépassé la limite d'élasticité, il se produit une flèche constante, laquelle dépend de la qualité de l'acier ; de sorte que cette flèche permet d'apprécier la qualité de l'acier. Des expériences ont donné des résultats à l'appui de ce principe ; mais répétées plus tard sans participation de M. Jourovsky, qui est très malade, elles eurent des résultats différents dans diverses usines. Il s'ensuit que la question, à l'heure qu'il est, peut être considérée comme encore indécise.

Puisqu'il s'agit d'un principe tout nouveau, je le signale à l'attention des ingénieurs qui s'occupent spécialement des applications de l'acier. J'espère que, par la publication du compte rendu de nos travaux, ces ingénieurs sauront que cette question a été agitée parmi nous et peut-être y en a-t-il qui s'appliqueront à l'étudier et à l'élucider. C'est le seul but de mon observation.

— La discussion sur la question des ponts métalliques est close.

— La séance est levée à midi.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 21 septembre

PRÉSIDENCE de M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. La parole est à M. Lommel, président de la 1^{re} section chargé de faire rapport sur la question III, relative aux ponts métalliques.

M. Lommel. La 1^{re} section, messieurs, a eu pour base de son travail deux rapports rédigés : l'un, par la Société des chemins de fer méridionaux d'Italie; l'autre, par M. Derote, ingénieur en chef directeur des ponts et chaussées de Belgique. Nous avions espéré avoir un rapport de M. Candellero, ingénieur de la Société italienne des Chemins de fer de la Méditerranée; mais il en a été empêché par cette circonstance qu'il n'a pu obtenir, en temps opportun, les renseignements qu'il avait réclamés. C'est ainsi qu'au dernier moment M. Derote, avec un mérite et un talent remarquables, a bien voulu nous faire un rapport très complet, qui résume les renseignements recueillis dans divers traités sur la matière. Néanmoins, messieurs, malgré l'insuffisance des documents dont nous avons pu disposer, nous avons eu une discussion très nourrie et qui a fait naître de fortes controverses à la suite desquelles nous sommes cependant parvenus à des résolutions assez unanimes.

La discussion a porté surtout sur la question de la matière, sur la distinction à faire entre les aciers, sur les avantages ou les inconvénients de chaque espèce d'acier, sur les détails de fabrication, notamment sur la nécessité de modifier en plusieurs points la fabrication de ce métal, qui se comporte d'une façon plus délicate à certaines températures; enfin, elle a porté en dernier lieu sur la construction même et sur plusieurs questions pratiques qui se rapportent à des ponts d'une grande portée.

On a parlé aussi de certains ponts, comme celui qui est en construction sur le Forth, qui ont des portées tout à fait exceptionnelles de plusieurs centaines

de mètres. On a soutenu qu'avec de pareilles portées il y aurait impossibilité matérielle d'employer un métal dont le poids serait trop considérable, parce qu'alors on arriverait à ce résultat que l'accroissement d'effort résultant de l'augmentation d'ouverture, c'est-à-dire de l'augmentation du poids mort, dépasserait de beaucoup l'accroissement de force qu'on pourrait donner.

C'est à la suite de cette discussion, dans les détails de laquelle je ne crois pas pouvoir entrer, que la section est arrivée aux conclusions suivantes :

« 1° Il est incontestable que l'acier doux (*Ausseisen*), convenablement choisi d'un type voisin de celui que l'on a mis en œuvre dans une série de grands ponts récemment construits ou encore en construction, constitue un métal notablement supérieur au fer, au point de vue de la résistance ;

« 2° Il est non moins incontestable que l'emploi de l'acier doux se recommande et s'impose même dans l'établissement des ponts pour lesquels il y a intérêt à recourir à des ouvertures exceptionnelles ;

« 3° Il est incontestable encore que la métallurgie est aujourd'hui capable de produire, à des prix différant peu de ceux du fer de première qualité, les aciers doux qui conviennent le mieux à la construction des ponts ;

« 4° L'emploi de l'acier exige des précautions spéciales au point de vue de la fabrication de la matière et de la construction proprement dite.

« Des précautions spéciales se recommandent aussi lorsqu'il s'agit de ponts établis dans des climats exceptionnellement froids. »

Cette dernière observation, messieurs, nous a été suggérée surtout par les communications faites par nos collègues russes. Ils craignent les grands froids et recourent même alors à des mesures assez extraordinaires, le ralentissement de la vitesse des trains, par exemple. Les froids dans leur pays atteignent des limites inconnues dans les pays du centre de l'Europe, ils vont fréquemment jusqu'à 25 et 30 degrés Réaumur sous zéro.

Mus par cette crainte, justifiée en partie par l'expérience et en partie par une prudence très grande, mais qui n'est certainement pas blâmable, nos collègues russes estiment que la question est pour eux beaucoup plus délicate, et la section a cru devoir tenir compte de leurs réserves. (*Applaudissements.*)

— Les conclusions présentées ont été ratifiées par l'assemblée plénière.

IV. QUESTION

ENTRETIEN DES VOIES

Quel est le meilleur système d'entretien des voies au point de vue de l'économie et de la sécurité (affermage, primes au personnel, personnel auxiliaire, emploi accidentel d'ouvriers à la journée)?

IV^e QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Exposé par M. L. Piéron	IV — 3
1 ^{re} note par l'Administration des chemins de fer de l'Est français	IV — 16
2 ^e note par M. A. Daussin	IV — 18
3 ^e note par l'Administration des chemins de fer méridionaux (Italie)	IV — 26
Discussion en section	IV — 29
Discussion en séance plénière et conclusions	IV — 82
Annexes : A. Note de l'Administration du North Eastern Railway. — B. Note de l'Administration du chemin de fer du Gothard	IV — 87

EXPOSÉ

PAR L. PIÉRON

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES, ATTACHÉ AU CHEMIN DE FER DU NORD FRANÇAIS

AVANT-PROPOS.

Les principes que l'on doit observer dans l'entretien des voies ferrées sont d'ordre essentiellement pratique; dus à l'expérience, ils ne comportent aucune démonstration rigoureuse et leur exposé est nécessairement fort modeste. Cependant, les résultats que donne leur application sont assez variables et ils exercent sur les convenances de la circulation et les dépenses de l'exploitation une influence assez notable pour qu'il ne soit pas sans intérêt de rechercher, avec le plus grand soin, les formules qui donnent à la fois le résultat le plus satisfaisant et le plus économique.

En général, le service de l'entretien est chargé de faire face à des tâches de deux natures bien distinctes : l'entretien et la surveillance. Nous dirons tout d'abord quelques mots de la surveillance, pour examiner ensuite d'une manière plus spéciale ce qui a trait à l'entretien proprement dit.

I. — SURVEILLANCE.

La surveillance doit pourvoir, en dehors des gares, aux besoins de l'exploitation, c'est-à-dire qu'elle a pour but d'assurer la sécurité en pleine ligne. Tantôt les agents doivent veiller à ce que le croisement de deux voies de nature différente ait lieu sans inconvénients : c'est le cas des passages à niveau ou des ponts tournants; tantôt ils doivent empêcher les collisions de deux trains. Ce sont les agents des bifurcations, des postes sémaphoriques ou des postes de sonneries qui sont chargés de cette mission.

Passages à niveau. — Le régime des passages à niveau est très variable,

même dans un seul pays, selon l'importance des lignes ou des voies considérées. Tantôt un garde, homme ou femme, y reste en permanence, maintenant les barrières normalement ouvertes et les fermant à l'approche des trains; tantôt le garde, vaquant à d'autres soins, tient les barrières fermées et ne les ouvre que pour donner passage aux voitures qui se présentent; ici, des barrières à bascule manœuvrées à distance sont appliquées à des passages d'importance secondaire; là, enfin, les barrières sont absentes et le public passe sous sa responsabilité. On peut désirer voir ce dernier type se répandre autant que possible. Jusqu'à présent, plus d'une législation a été empreinte d'une certaine tendance à rendre les Compagnies de chemins de fer responsables de tous les faits qui se passent dans leur rayon d'activité. Cette tendance a nécessairement pour effet de diminuer l'attention que le public apporte à veiller sur sa propre sécurité, et, tout en faisant subir aux Compagnies de chemins de fer une responsabilité onéreuse et le plus souvent contestable, elle a pour conséquence immédiate de rendre les accidents plus nombreux. Franchir une voie ferrée, c'est toujours accomplir un acte individuel qui peut être dangereux; on ne saurait donc y être trop attentif, et chacun doit se garder soi-même en pareil cas; il est fâcheux que l'on se croie sous la tutelle d'un agent chargé de prévenir ceux qui commettraient quelque imprudence.

Ponts tournants. — Lorsqu'au lieu d'une route de terre on rencontre une voie navigable et que les niveaux respectifs des deux voies de communication ont exigé l'établissement d'un pont tournant, les conditions dans lesquelles se fait le croisement sont nécessairement plus rigoureuses que dans le cas précédent. D'abord, un bateau est une masse beaucoup plus considérable, plus lourde et plus lente à manier qu'une voiture, puis la disposition même des choses oblige à détruire la continuité des rails pour faire passer les bateaux. Généralement, un pont tournant est traité comme une bifurcation, c'est-à-dire qu'avant de l'aborder, un mécanicien rencontre tous les signaux qui protègent une bifurcation : disque à distance, indicateur de ralentissement, signal d'arrêt absolu. Aujourd'hui, la manœuvre du pont est commandée par un verrou dont le levier s'enclenche avec les leviers des signaux qui couvrent cette manœuvre; on essaye même actuellement un appareil retardateur ayant pour but d'obliger le pontier à laisser écouler un temps déterminé entre le moment où il a mis ses signaux à l'arrêt et celui où il ouvre le pont. Les choses étant ainsi combinées, au moins dans leur ensemble, on voit que la manœuvre d'un poste semblable exige deux sortes d'opérations : les unes demandent un déploiement de force très ordinaire, une attention suffisante, puisque, par

le jeu des enclenchements, l'appareil refuse d'obéir si l'agent vient à se tromper, mais un soin assez grand dans l'entretien d'organes perfectionnés. Ces opérations peuvent être avantageusement confiées à des femmes dont le travail est moins cher et plus soigné que celui des hommes; les autres opérations exigent le plus souvent le déploiement d'une certaine vigueur musculaire qu'un homme seul peut donner, c'est le maniement du pont lui-même. Mais on reconnaît de suite que si le pont était mû par un cabestan hydraulique ou électrique dont le mouvement serait produit au moyen d'un robinet ou d'un commutateur, on pourrait encore confier ce poste à une femme.

Bifurcations. — Les bifurcations comportent les mêmes signaux que les ponts tournants, et la différence essentielle qui existe entre deux postes de ce genre, c'est qu'au lieu d'avoir un pont à tourner, l'agent a des aiguilles à faire fonctionner. Si les signaux sont analogues, il n'en est pas ainsi pour les relations d'enclenchement entre leurs leviers, car les combinaisons à réaliser ont sensiblement changé. Toutefois, dans ce cas encore, on trouve deux natures d'opérations à effectuer : les unes demandent seulement de l'attention et du soin, les autres exigent de la force. Si l'on pouvait, et l'avenir donnera sans doute prochainement la solution de ce problème, avoir recours à des manœuvres électriques ne comportant aucun déploiement de force, on pourrait encore préposer à la garde de ces postes des femmes dont le travail est plus économique, nous le répétons, et plus soigné que celui des hommes.

Postes sémaphoriques. — Le *block-system* tend à se propager de plus en plus. Nous sortirions du cadre qui nous est donné en décrivant les appareils, assez divers d'ailleurs, au moyen desquels son application a été pratiquée. Nous nous bornons à signaler que ces appareils paraissent en général de nature à être maniés par des femmes et que là encore on peut réaliser, par leur emploi, une organisation à la fois économique et satisfaisante.

Sonneries. — Enfin, les postes de sonneries, qu'elles dérivent du type Siemens et Halske, du type Leopolder ou de tout autre genre de construction, constituent des points d'avertissement qui, pour les lignes à voie unique, équivalent à un *block-system* d'une nature particulière. Là encore, et surtout, l'emploi des femmes est tout indiqué, et comme, en pleine voie, ces appareils se trouvent tout naturellement accolés aux passages à niveau, on obtient une installation dont nous allons parler et qui consiste à concentrer autant que possible les postes de surveillance.

C'est par quelques mots relatifs à ce sujet que nous terminerons ce paragraphe en le résumant.

Résumé. — Lorsque l'importance du trafic a conduit à combiner des têtes de gare de plus en plus compliquées, où les appareils sont nombreux et doivent, pour éviter les collisions, être manœuvrés méthodiquement, on a dû concentrer les leviers de façon à les réunir en des postes où un seul agent peut en faire fonctionner un grand nombre. Cette même condition doit être recherchée dans l'organisation des postes de surveillance. Quel que soit celui des types précédemment décrits auquel ils se rapportent, toutes les fois que l'on pourra concentrer sur un même point plusieurs postes, bifurcation, pont tournant, passage à niveau, sémaphore, on fera une bonne opération. D'abord, puisque la présence d'un de ces postes est due à quelque besoin de sécurité qui se traduit par une sujétion pour l'exploitation, on réduira le nombre de ces zones de sujétion en ramenant au même endroit les causes qui les déterminent. Ensuite, en appliquant sur ce point tous les appareils les plus perfectionnés, on augmentera la sécurité. Enfin, on réalisera une économie de personnel absolument fructueuse, puisque les opérations à faire étant toujours successives, un seul personnel suffira pour occuper très convenablement plusieurs postes réunis en un seul.

Concentration des postes de surveillance. — Le secrétaire de section n'est pas autorisé à conclure; on lui permettra cependant, il en a la confiance, d'exposer que la convenance de concentrer et de réunir autant que possible les postes de surveillance est tout indiquée au double point de vue d'une organisation satisfaisante et économique du service.

Emploi des femmes dans les postes de surveillance. — Le travail des femmes étant aussi plus économique et même plus satisfaisant que celui des hommes, en raison du plus grand soin que les femmes y mettent en général, la tendance à faire remplir par des femmes toutes les tâches qu'on peut leur confier paraît également recommandable.

Cette tendance pourrait même être plus étendue si les fonctions à remplir exigeaient un moindre développement musculaire. Mais, là encore, la solution est peut-être bien près de nous. Le jour où la force sera produite mécaniquement, par exemple au moyen de l'électricité, et où le rôle de nos agents consistera seulement à la distribuer, au moyen de commutateurs, il ne sera pas plus difficile ni plus fatigant d'actionner ces commutateurs qu'il est difficile ou fatigant de faire fonc-

tionner les touches d'un piano. En dehors de l'élégance que présenterait cette solution, elle permettrait d'étendre beaucoup la part des femmes dans notre personnel et il n'est pas douteux qu'il en résulterait, même à ce point de vue spécial, une économie sensible.

II. — ENTRETIEN.

Les dépenses de l'entretien sont afférentes :

- Au renouvellement du matériel des voies;
- A l'entretien des bâtiments ou des signaux;
- Au paiement du personnel.

Matériel des voies. — Le matériel des voies est très différent suivant les Compagnies. Il ne saurait entrer dans notre programme de reprendre une discussion de cette nature : elle a été faite ou se fera dans d'autres chapitres. Cependant, l'adoption d'un matériel ne présentant qu'une stabilité insuffisante exerce sur les dépenses d'entretien et surtout de main-d'œuvre une influence telle que l'on nous permettra peut-être d'en parler brièvement.

Rail Vignole. Rail à double champignon. — Les deux systèmes de voie qui ont été surtout mis en comparaison sont la voie Vignole et la voie à double champignon.

La voie Vignole, après avoir supplanté la voie à double champignon, semble perdre aujourd'hui du terrain. Les comparaisons que l'on a faites entre les dépenses d'entretien de l'un et de l'autre système ne sont pas bien concluantes. En général, on a mis en parallèle deux voies neuves; or, toute voie neuve, à moins d'être très mal constituée, se comporte bien et occasionne de faibles dépenses. Les auteurs des essais ont donc été conduits plutôt par leur sentiment personnel que par des chiffres bien précis à donner la préférence à tel ou tel système.

Rail bull-headed. — Cependant, comme nous l'avons dit, le rail à double champignon semble aujourd'hui reprendre son ancienne faveur, et comme le retournement des rails n'est pas tenu pour un bien sérieux avantage, c'est le rail à champignon dissymétrique (bull-headed) qui paraît, en ce moment, destiné à obtenir la préférence. C'est ce rail (43 kilogrammes) qui est employé au Métropolitain de Londres, c'est lui (45 kilogrammes) qui est prévu pour le Métropolitain de Paris.

Lorsque l'on considère les dépenses d'entretien et que l'on n'envisage pas un très long avenir, c'est surtout la masse, la rigidité, la stabilité de la voie qui exercent sur les besoins budgétaires une influence décisive. Sans doute, on est conduit par des considérations d'avenir à chercher pour les différents organes de la voie des formes qui permettent d'employer judicieusement le métal et, par suite, le capital qu'il exige. Mais, en dehors de ces conditions de détail et en restant dans les généralités, nous souhaiterions, nous conseillerions de résister, dans une limite raisonnable bien entendu, à la tentation que l'on éprouve de réduire le poids du rail et, par suite, de la voie. Dire qu'au point de vue technique, une voie lourde sera toujours supérieure à une voie plus légère, ce serait exprimer une évidence; mais ce qui, pour être moins évident, n'est pas moins réel, c'est qu'au point de vue même de l'économie, une voie lourde sera souvent préférable, au moins dans une mesure à déterminer, à une voie plus légère. La raison en est facile à comprendre. Si une voie était absolument appropriée au service qu'on lui demande, si le rail lourd et rigide était relié par une attache robuste à une traverse bien établie pour se conserver aussi longtemps que possible, et si cette traverse reposait sur un ballast pur et perméable, évitant la poussière en été, la boue en hiver et donnant par toute saison une assiette irréprochable à la voie, celle-ci ne se déformerait que d'une manière insensible, et les dépenses de main-d'œuvre seraient pour ainsi dire nulles. Le remplacement des rails d'acier est devenu fort peu de chose, les traverses bien préparées et pourvues d'une attache qui empêche le rail de les mâcher ont une fort longue durée; on n'aurait donc plus à faire que les travaux accessoires relatifs à la conservation des haies, clôtures, etc., et la voie elle-même exigerait fort peu de soins. Or, si l'on capitalise l'économie ainsi obtenue, on reconnaît qu'elle représente une fraction très importante de la valeur de la voie; on aurait donc pu, sans charge supplémentaire, augmenter le poids et, par suite, le prix de la voie, puisque les économies d'entretien auraient couvert le supplément des frais de premier établissement, et l'on aurait, sans dépense, acquis l'avantage que donne une surface de roulement excellente, douce, aussi favorable au confortable du mouvement qu'à la conservation du matériel, et permettant tous les perfectionnements d'exploitation possibles — tels qu'accroissement de la vitesse des trains ou du poids des essieux — si cela est nécessaire.

Tendance à l'adoption d'une voie lourde. — Cet exposé conduit naturellement à indiquer, comme pouvant être recommandées, les tendances suivantes : adoption d'un rail lourd, très rigide, relié par de vigoureuses attaches à une traverse

bien équarrie et bien stable; cette traverse n'aurait pas besoin, si l'attache est convenable, d'offrir une résistance considérable à la pression par centimètre carré, mais elle devrait être bien préparée pour résister à la destruction par les agents atmosphériques et se conserver aussi longtemps que possible; enfin, elle devrait reposer sur un ballast très sain, très pur, donnant à la voie une assiette inébranlable (1).

Il est manifeste que ces conditions ne sauraient être rigoureusement précisées, car la limite dans laquelle on doit les appliquer dépend essentiellement des lignes que l'on envisage, de leurs besoins, de leur trafic et des méthodes adoptées dans leur exploitation; elles sont indiquées, nous le répétons, surtout à titre de tendances.

Traverses métalliques. — Nous avons évité à dessein de parler des traverses métalliques, un de nos confrères étant spécialement chargé d'un travail concernant cette question, qui appelle en ce moment la plus sérieuse attention.

Voies sur longrines. — Nous voudrions toutefois, avant de terminer, dire quelques mots des voies sur longrines. Actuellement, ces voies ne sont pas en honneur et, après avoir eu à deux reprises différentes quelque succès, elles disparaissent plutôt qu'elles ne s'étendent.

Les deux systèmes autrefois essayés dérivait du type Brunel et du type Barlow. On sait qu'une application étendue de la voie Barlow amena un grave mécompte, et pendant longtemps ces types furent délaissés. En dehors de certains défauts accessoires que nous ne nous arrêterons pas à décrire, l'échec du rail Barlow fut occasionné surtout par une question de métallurgie. Le rail était en fer et le laminage d'une pièce pesant 45 kilogrammes par mètre courant et présentant la forme d'un V renversé n'était pas alors (il y a une vingtaine d'années) bien parfait. Les rails périrent en grand nombre par dessoudure et l'essai fut abandonné. Aujourd'hui que les rails se fabriquent en acier fondu, la même cause de destruction ne serait plus à craindre. Il serait donc à souhaiter qu'une étude conçue dans cet ordre d'idées fût reprise. Peut-être aurait-elle plus de chances de succès que les tentatives faites en vue de constituer en plusieurs pièces une voie entièrement métallique sur longrines. Les pièces, par le travail moléculaire, frottent les unes sur les autres, s'usent, prennent

(1) L'État belge se prépare à poser des rails Vignole en acier Bessemer du poids de 52¹/₇ par mètre courant, sur la ligne à fort trafic d'Anvers à Bruxelles. Ces rails seront employés avec des traverses en acier pesant 70 kilogrammes l'une. (*Revue générale des chemins de fer*, juin 1887.)

du jeu et ferraillent, de sorte que les efforts tentés dans ce sens n'ont pas été heureux. Il serait désirable que l'on reprît, en la perfectionnant, l'idée de l'ingénieur Barlow. On pourrait trouver dans ce sens une voie entièrement métallique, lourde et cependant économique, n'ayant plus de parties aussi promptement périssables que les traverses, ni aussi faciles à desserrer que les coins, et par conséquent offrant de sérieux avantages que l'on recherche depuis longtemps.

Entretien des bâtiments. — Nous parlerons rapidement de l'entretien des bâtiments. C'est un travail de convenance autant que de bonne administration, il doit être fait avec soin mais sans luxe, et si le public est en droit d'attendre des Compagnies une bonne tenue et même un certain confortable, il ne serait pas fondé à exiger d'elles une munificence incompatible avec la bonne gestion d'une affaire industrielle.

Entretien des signaux. — Quant aux signaux, il faut qu'ils fonctionnent toujours parfaitement, et comme leur rôle est d'assurer la sécurité, c'est un devoir étroit de veiller à ce que leur jeu ne laisse rien à désirer et soit toujours bien rigoureusement assuré.

Dépenses de main-d'œuvre. — Les dépenses de main-d'œuvre auxquelles donne lieu l'entretien d'une voie ferrée, se rapportent à des objets assez différents. En dehors de la voie proprement dite, on doit pourvoir au maintien en bon état des accessoires de toute sorte, bâtiments, signaux, haies et clôtures. Il est, en général, assez facile de faire exécuter à la tâche tous ces travaux accessoires et d'obtenir ainsi, par la concurrence, l'économie la plus grande possible. Mais pour ce qui concerne la voie elle-même, la solution est beaucoup plus délicate.

Affermage de l'entretien. — Affermer l'entretien de la voie, c'est tenter, soit au point de vue de la sécurité, soit au point de vue de la conservation du capital consacré au premier établissement, une épreuve tellement incertaine que personne, à notre connaissance, n'a osé jusqu'à présent encourir ce risque dans une proportion tant soit peu notable. Les arguments que l'on peut faire valoir en faveur de cette organisation ne sont autres que les raisons générales données en faveur de l'exécution des travaux par entreprise comparée à leur exécution en régie. L'expérience démontre péremptoirement que l'entreprise assure des résultats plus économiques, et que moyennant une surveillance convenable les qualités d'exécution

ne laissent rien à désirer. Mais ce raisonnement général appliqué au cas spécial qui nous occupe peut être combattu par des arguments tels qu'ils ont fait jusqu'à présent reculer tous ceux qui ont eu à les examiner. Le plus sérieux de tous est incontestablement celui que l'on peut tirer de la sécurité. Lorsqu'on fait circuler sur rails des trains contenant des milliers et des millions de voyageurs, et lorsque leur vie dépend en partie du soin avec lequel ces rails sont tenus en bon état, il faut être à la fois bien expérimenté et bien libre d'esprit pour apprécier avec sûreté la mesure à laquelle il y a lieu de s'arrêter dans les dépenses d'entretien. Les exagérer serait faire une dépense inutile, mais, d'autre part, les restreindre avec excès pourrait amener de très graves conséquences. Or, la limite convenable n'est pas susceptible d'une détermination mathématique et rigoureuse, on peut donc craindre que l'intérêt privé ne soit un facteur redoutable pour un problème aussi ardu. Si le désir immodéré de bénéfice, ou même la crainte de se ruiner dans une affaire aléatoire interviennent, l'entrepreneur ne sera-t-il pas entraîné à des restrictions de dépenses qui en augmentant ses profits peuvent amener de fâcheux résultats ? Si une catastrophe se produit, qui sera responsable ? En droit, la Compagnie restera responsable vis-à-vis de l'Administration et du public et elle appellera son entrepreneur en garantie, mais, en fait, de quelle valeur sera cette garantie ? Tous les hommes de chemins de fer savent combien la cause d'un accident est difficile à préciser ; l'entrepreneur de l'entretien échappera donc presque toujours à la responsabilité et la Compagnie n'aura fait qu'abandonner une partie de son autorité sans amoindrir les risques d'une façon corrélative ; et d'ailleurs, quelle que soit la personne dont la responsabilité soit en cause, s'il était démontré que la sécurité fût diminuée, comme on peut le craindre, ce serait un motif qui ne permettrait pas d'adopter la solution indiquée. Il est, du reste, permis de se demander encore si ce serait, même au point de vue financier, une opération bien avantageuse. On peut concevoir, en effet, deux organisations : ou bien l'on affermerait simplement la main-d'œuvre, la Compagnie se réservant de fournir à l'entrepreneur le matériel de la voie, ou bien l'entrepreneur aurait à pourvoir à la fourniture de la main-d'œuvre et du matériel. Or, dans le premier cas, l'entrepreneur aurait un intérêt évident à faire forcer la fourniture du matériel, puisque ce serait une manière de diminuer la main-d'œuvre, attendu qu'un matériel plus jeune se conserve toujours en meilleur état qu'un matériel plus ancien. Dans le second cas, en dehors du contrôle qu'il faudrait exercer sur la fourniture du matériel, la Compagnie se trouverait en face d'une tendance de l'entrepreneur à en fournir le moins possible. Elle serait donc exposée dans le

premier cas, à perdre, par une exagération dans la dépense du matériel, le bénéfice résultant d'une diminution dans les frais de main-d'œuvre, et dans le second cas, à subir une dépréciation de capital qui serait d'autant plus dangereuse qu'elle pourrait facilement passer inaperçue pendant un temps même assez long, pour ne se révéler que par les plus redoutables surprises. En somme, on peut croire qu'un entrepreneur dans de semblables conditions ne tarderait pas à devenir en fait un agent de la Compagnie ayant, par son contrat, droit à des bénéfices qui viendraient s'ajouter aux dépenses nécessaires et nécessairement faites et, par suite, ne constitueraient, à tout bien considérer, qu'une perte sèche pour la Compagnie. Quelle que soit, enfin, la valeur des arguments que l'on peut invoquer, soit dans un sens, soit dans l'autre sens, nous ne connaissons aucun exemple de l'organisation dont il s'agit, et par conséquent nous n'avons aucune indication pratique à invoquer pour demander son adoption ou son rejet.

Organisation habituelle du service de la voie. — Quelle est donc alors l'organisation adoptée? On peut dire que partout, bien qu'avec différentes nuances dans les titres ou dans les attributions, l'entretien et la surveillance de la voie sont confiés à des cantonniers réunis en brigades sous la direction d'un chef cantonnier. Plusieurs brigades constituent le service d'un piqueur ou chef de district; plusieurs chefs de district sont soumis à l'autorité d'un chef de section; enfin, au-dessus des chefs de section, l'autorité est exercée par des ingénieurs et inspecteurs de la voie, sous la direction générale d'un ingénieur en chef.

Au point de vue de la sécurité, des tournées d'inspection convenablement réglées à tous les degrés de la hiérarchie présentent une garantie très efficace. Il faut, en effet, des circonstances tout à fait exceptionnelles et toujours connues d'avance pour que l'état d'une voie ferrée puisse varier brusquement. Ordinairement, lorsque l'état peu satisfaisant de la voie est nettement accusé, il tient à une négligence déjà ancienne et répétée, et par conséquent si, en faisant employer une quantité de matériaux nécessaire et suffisante, on exerce une surveillance continue, on assurera d'une manière certaine la bonne conservation de la voie.

Mais, si la sécurité est ainsi bien garantie, on peut se demander si l'exécution économique des travaux, indispensable dans une entreprise industrielle, sera aussi bien obtenue. Or, en faisant une ventilation des dépenses d'entretien, on reconnaît que la main-d'œuvre entre pour une part très importante dans la dépense totale. En se rappelant aussi que toute main-d'œuvre inutilement faite constitue une perte

sèche, on reconnaîtra combien il importe de la réduire autant qu'on pourra. Ordinairement, on indique la composition des brigades en fixant le nombre d'hommes qu'elles comportent par rapport au nombre de kilomètres à entretenir. Pour avoir, dans cette indication, des résultats comparables entre eux, il importe de bien dire si l'on parle de ligne à simple ou à double voie. Nous proposons de prendre pour unité le kilomètre de voie de service simple, sans tenir compte des gares. Lorsque les gares n'ont pas une importance exceptionnelle, les comparaisons faites ainsi pour des lignes ayant une certaine longueur donnent des résultats satisfaisants, et si l'on rencontre des gares d'une importance exceptionnelle, le mieux est de les traiter séparément et d'étudier en détail chacun des besoins auxquels on doit donner satisfaction.

Note de la Compagnie des chemins de fer de l'Est français. — La Compagnie des chemins de fer de l'Est français a soumis au Congrès une note qu'on lira entièrement avec grand intérêt ⁽¹⁾; cette Compagnie fait faire tous les travaux d'entretien des voies par des équipes d'ouvriers. Elle n'a jamais recours à des entrepreneurs pas plus pour l'entretien que pour les poses neuves.

Les équipes sont généralement de 6 à 10 hommes, y compris le chef d'équipe, et le nombre d'hommes varie de 0.35 à 0.95 par kilomètre de ligne soit à simple, soit à double voie. Si par suite de la substitution progressive des rails en acier aux rails en fer, de l'amélioration du ballast, de l'assainissement de la plate-forme, on peut réduire le nombre des hommes, on préfère arriver à ce résultat en allongeant les parcours au lieu de diminuer l'effectif des équipes.

Les équipes, lorsqu'elles deviennent insuffisantes, sont renforcées par des ouvriers auxiliaires choisis, connus dans le pays et destinés à devenir plus tard, s'ils sont méritants, des cantonniers commissionnés.

Enfin, le zèle des hommes est stimulé par des encouragements, avancements ou gratifications, accordés aux plus dignes, mais jamais par l'allocation de primes.

Méthode des revisions générales. — La Compagnie de l'Est français indique, en outre, qu'elle a fait de sérieuses économies d'entretien par l'application d'une méthode dite de revision générale. Cette méthode consiste à faire reviser à fond chaque canton de ligne à des intervalles variant d'un an et demi à quatre ans, suivant l'importance du trafic, l'âge des voies, la nature du ballast et du sous-sol.

⁽¹⁾ Voir le *Bulletin de la Commission internationale*, numéro d'août, 2^e fasc., p. 623.

Dans cette revision générale et continue, on examine tous les matériaux et l'on remplace tous ceux qui ne semblent pas devoir durer jusqu'à la revision suivante.

Il est bien attendu qu'en dehors de ce travail on est obligé à des revisions partielles sur les points où elles sont exigées par des circonstances spéciales, mais on cherche à éliminer de plus en plus ces revisions partielles, en faisant disparaître autant que possible les causes qui les amènent.

Le renouvellement des matériaux nécessité par les revisions partielles ou générales est assuré au moyen de substitutions totales dans lesquelles on remplace rails et traverses par des rails et traverses neufs. La longueur de ces substitutions est déterminée de manière à pourvoir chaque année aux besoins de l'exercice.

Discussion de la méthode précédente. — Le système de la Compagnie de l'Est a été critiqué par certains ingénieurs. Ils ont exprimé cette pensée que la méthode des revisions générales devait nécessairement abrégier la durée du matériel et augmenter la dépense de main-d'œuvre, et voici comment ils ont justifié leur opinion. D'une part, il est bien difficile de déplacer le matériel et spécialement les traverses, de le retirer du point où il se trouve pour l'employer de nouveau sur un autre point, sans lui faire subir une dépréciation sensible; d'autre part, ce double déplacement exige une main-d'œuvre qui, pour les traverses, a été évaluée à 1 franc chaque fois, soit 2 francs pour le retrait et le emploi. Or, ce prix de 2 francs est le tiers de la valeur primitive de la traverse si on l'évalue neuve à 6 francs, ou la moitié, si on cote 4 francs une traverse qui n'est plus neuve, mais qui est de première catégorie. Il semble que l'idéal à poursuivre serait de placer dans la voie les matériaux absolument neufs pour ne les en retirer que lorsqu'ils sont hors d'usage. Si leur résistance était assez grande pour que la stabilité fût parfaite, il est clair que dans ces conditions la dépense de main-d'œuvre serait aussi réduite que possible, c'est-à-dire que le remplacement des matériaux *en recherche*, effectué autant qu'il se peut concilier avec les exigences de la pratique et moyennant les tempéraments que l'expérience apprend, donnerait les résultats les plus économiques possibles.

Note de l'Administration des chemins de fer de l'État belge. — Nous nous bornerons, pour terminer cet exposé, à signaler ceci : l'Administration des chemins de fer de l'État belge repousse absolument, comme incompatible avec la sécurité, tout système d'entretien par voie d'affermage, quel que soit l'intérêt que ce système puisse offrir au point de vue de la dépense.

Résumé. — En résumé, deux indications nous paraissent surtout à retenir et à discuter dans cet exposé :

1° Tendance à l'adoption d'un matériel de voie massif, présentant une stabilité aussi grande que possible ;

2° Recherches des moyens propres à réduire la main-d'œuvre par l'adoption de méthodes sur le mérite desquelles le Congrès pourra se prononcer.

1^{er} août 1887.

1^{RE} NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

ENTRETIEN

La *Compagnie de l'Est* fait faire tous les travaux d'entretien des voies par des équipes d'ouvriers. Elle n'a jamais recours à des entrepreneurs, pas plus pour l'entretien que pour les poses neuves.

Quand la saison est favorable pour le travail des voies, les équipes sont renforcées par quelques ouvriers auxiliaires, habitant le pays et connus. C'est parmi ces derniers que l'on recrute le personnel régulier.

On n'alloue pas de primes, sous aucune forme, aux ouvriers de la voie ; mais on ne manque jamais de récompenser par des gratifications les actes de dévouement, de courage ou de probité qui méritent d'être encouragés.

A la fin de chaque année, des gratifications sont régulièrement accordées aux chefs d'équipe et aux poseurs les plus méritants.

Les hommes sont groupés par équipes de 6 à 10 hommes, commandés par un chef d'équipe. Le nombre d'hommes, chef d'équipe compris, varie de 0.35 à 0.95 par kilomètre de ligne, soit à simple voie, soit à double voie.

Par suite de la substitution progressive des rails en acier aux rails en fer, de l'amélioration du ballast, de l'assainissement de la plate-forme, on a pu opérer sur le nombre des hommes de la voie des réductions importantes. Le plus souvent, on ne réduit pas le nombre des hommes composant l'équipe, mais on allonge les cantons ; on a reconnu que cette méthode donne de meilleurs résultats, tant au point de vue de la bonne exécution du travail qu'à celui du prix de revient.

Les économies que l'on a réalisées depuis quelques années tiennent aussi, en grande partie, à l'application d'une méthode plus rationnelle d'entretien.

Au lieu de laisser les chefs d'équipe réparer les portions de voies qui leur paraissent le moins satisfaisantes et se reporter sans cesse d'un point à l'autre de la ligne, on a appliqué une méthode dite des *révisions générales*.

Chaque canton est revisé à fond à des intervalles variant d'un an et demi à quatre ans, suivant l'importance du trafic, l'âge des voies, la nature du ballast et du sous-sol.

La durée de ce roulement est étudiée avec soin et fixée par les ingénieurs pour chaque portion de ligne placée dans des conditions uniformes.

La revision générale consiste à dégarnir la voie autant que cela est nécessaire pour pouvoir examiner tous les matériaux qui la composent; à éliminer tous ceux qui ne paraissent pas pouvoir durer jusqu'à la revision suivante d'après la durée fixée pour le roulement. On remet ensuite la voie en parfait état comme dressage, nivellement, etc.

Les équipes font cette revision en suivant la voie d'une manière continue, et reprennent chaque jour leur travail au point où elles se sont arrêtées la veille.

On obtient ainsi une voie bien égale, homogène, et on a la certitude qu'il n'y reste aucun élément défectueux. On peut diriger et contrôler le travail, se rendre compte du rendement de chaque équipe, et déterminer avec certitude le nombre d'hommes nécessaires sur chaque canton. La sécurité est mieux assurée; la dépense, moindre.

Il est bien entendu qu'en dehors des revisions générales, on est toujours obligé de faire quelques réparations partielles sur des points particulièrement fatigués, ou placés dans des conditions défectueuses comme ballast et comme sous-sol. Mais on cherche à réduire de plus en plus ces réparations partielles.

Les revisions générales constituent une véritable méthode d'entretien qui donne à tous égards des résultats très satisfaisants.

RENOUVELLEMENT DES MATÉRIAUX.

Les réfections, c'est-à-dire le renouvellement général du ballast et du matériel de la voie, sont exécutées par les ouvriers de la Compagnie, aidés d'un certain nombre d'auxiliaires.

Le renouvellement des rails a consisté à peu près exclusivement jusqu'à ce jour dans la substitution de l'acier au fer. On n'a eu à remplacer les rails d'acier que sur de faibles longueurs aux abords de Paris.

Les rails retirés des voies réfectionnées sont classés en plusieurs catégories; ceux de première catégorie sont employés à l'entretien des voies principales de même type qui existent encore.

De tout temps, on a déterminé chaque année la longueur de voies de chaque type à réfectionner par cette condition que les réfections doivent produire le nombre de rails de première catégorie nécessaire pour assurer l'entretien des voies restantes pendant une année.

On applique cette méthode aussi longtemps qu'il reste une longueur notable d'un type de rails en voie principale.

Jusqu'à présent, on a toujours changé les traverses en même temps que l'on réfectionnait les rails. Les traverses sorties de la voie servaient à l'entretien sur d'autres points.

2^E NOTE

PAR A. DAUSSIN

CHEF DE BUREAU DU SERVICE DE LA VOIE AU CHEMIN DE FER DU NORD

Les bases méthodiques sur lesquelles peut être établi le budget d'entretien d'une voie ferrée se trouvent exposées dans une note publiée, en janvier 1886, par la *Revue générale des chemins de fer* ⁽¹⁾.

La présente note est un résumé de ces indications, qui ont permis de concilier dans une juste mesure les besoins d'un service important avec les convenances d'un entretien économique.

Le budget d'entretien réunit en général les dépenses nécessaires au maintien en bon état de la voie et à la surveillance de l'exploitation extérieure aux gares.

On peut classer ces dépenses comme il suit :

I. Personnel commissionné; II. Personnel auxiliaire; III. Matériel de la voie, rails, traverses et menus matériaux; IV. Appareils spéciaux; V. Ballast; VI. Bâtiments et ouvrages d'art; VII. Éclairage de la voie et dépenses accessoires; VIII. Renouvellement des outils; IX. Plantations et clôtures.

CHAPITRES I ET II. — Personnel commissionné. Personnel auxiliaire.

Cette distinction du personnel en deux catégories n'est qu'administrative; au point de vue du budget, on peut considérer le personnel d'après son affectation, soit à l'entretien, soit à la surveillance.

1^o SURVEILLANCE.

La surveillance est une obligation fixe dont on doit, dès la construction de la ligne, chercher à restreindre, autant que possible, les charges.

Si l'on a été parcimonieux de passages à niveau gardés; si l'on a muni ces passages, non de loges, mais de maisons pouvant recevoir un ménage; s'il a été possible de grouper les bifurcations,

(1) *Notes sur l'entretien et le ballastage des voies ferrées*, par M. Piéron, ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché à la Compagnie du chemin de fer du Nord, et M. Gasnier, inspecteur de la voie au chemin de fer du Nord.

émaphores et passages à niveau, de façon à n'avoir qu'un seul personnel préposé à la manœuvre de plusieurs appareils juxtaposés, les frais de gardiennage se trouvent réduits au minimum.

On fait garder les passages et manœuvrer les appareils qui s'y trouvent, soit par les femmes des cantonniers de la voie, soit, quand cela est nécessaire, par un ménage : la femme faisant le service de jour ; le mari, le service de nuit.

2° ENTRETIEN.

La voie est divisée en cantons dont l'étendue varie suivant les circonstances ; elle est en moyenne de huit kilomètres.

L'entretien d'un canton est fait par une brigade ayant normalement un coefficient de 0.75 homme par kilomètre de voie simple. Ce qui donne, toute défalcation faite, environ 225 journées effectives de travail par kilomètre de voie de service et par an, pour les lignes à voie unique, et 487 1/2 journées pour les lignes à double voie.

Ces cadres suffisent pour des voies du type Vignole acier, 30 kilogrammes, ou de types peu différents, reposant sur de bonnes traverses en bois posées dans un bon ballast, quand la méthode d'entretien appliquée est judicieuse et que le travail est bien dirigé et bien surveillé.

En dehors de cas exceptionnels, toute augmentation d'effectif constitue une perte sèche, parce qu'elle amène dans les brigades un relâchement contre lequel on ne peut réagir qu'en faisant exécuter des travaux qui ne sont pas nécessaires.

Il existe deux méthodes d'entretien. La première, préconisée par quelques ingénieurs, est celle dite de « revision générale » ; elle consiste à reviser un canton à fond à des intervalles déterminés. Pour faire ce travail, la brigade suit son parcours d'une manière continue, dégarnit la voie, la visite minutieusement et la remet en état après avoir éliminé les matériaux qui paraissent ne pas pouvoir durer jusqu'à la revision suivante.

La seconde méthode est celle du « point à temps » ; elle consiste à porter sans cesse la brigade d'un point à un autre pour réparer, au fur et à mesure, les parties de voie les plus fatiguées.

L'application exclusive de l'une ou l'autre de ces méthodes ne paraît pas devoir donner, au double point de vue de l'économie et de la sécurité, les meilleurs résultats possibles.

La revision à fond, appliquée avec une continuité rigoureuse à tout un canton, sans distinction de l'état particulier de chacun de ses points, peut occasionner des remaniements inutiles, des remplacements prématurés, ou conduire à laisser dépérir des parties de voie en attendant leur tour de réfection.

Avec la revision « en recherche », il n'y a pas tendance à l'élimination anticipée des matériaux et aucune partie de voie ne reste en souffrance, mais il faut y ajouter le travail d'ensemble de dressage et de nivellement nécessaire pour parfaire l'état de la voie.

C'est pourquoi les auteurs estiment que la seule règle à recommander, c'est de se rendre compte des besoins du service et de combiner avec soin ce que les deux méthodes ont de bon.

Les tableaux I et II, extraits de la note déjà citée, font voir qu'en 1884, la dépense kilométrique de personnel, sur le groupe de lignes considéré, a été de 1,000 francs environ, soit les 0.85 de la dépense totale, pour les lignes secondaires, et de 2,000 francs, soit les 0.74 de la dépense totale, pour les lignes principales.

CHAPITRE III. — Matériel de la voie.

Les dépenses de cet article ne comprennent que la valeur des rails, traverses, boulons, tire-fond, etc., de substitution, défalcation faite de ce que valent encore les matériaux hors de service

éliminés; elles se prévoient en admettant qu'un rail en acier (du type 30 kilogrammes Vignole-Nord) n'est hors de service, pour cause d'usure, qu'après avoir donné passage à un million de trains environ; qu'une traverse en chêne bien préparée, posée dans un ballast de bonne qualité, dure de quinze à vingt ans, enfin qu'on réforme annuellement 3 rails sur 1,000 pour des motifs tenant à la fabrication.

Il en résulte que pour des lignes secondaires en acier, tout récemment construites, et dont la circulation annuelle n'est que de quelques milliers de trains, la dépense de remplacement des rails est insignifiante et ne peut se rapporter qu'à des avaries accidentelles.

Pour les lignes principales, où l'usure des rails est plus rapide, leur remplacement est estimé en raison de l'importance du trafic. Une somme de 300 francs par kilomètre suffit sur les lignes dont la circulation est de 200 trains par jour.

En ce qui concerne les traverses, leur renouvellement, prévu à raison d'une durée de vingt ans sur les lignes à faible trafic, et de quinze ans sur les lignes importantes, donne lieu à une dépense de 300 francs (60 traverses à 5 francs) par kilomètre sur les lignes secondaires, et d'environ 500 francs sur les lignes principales.

Sur les lignes secondaires ayant encore des rails en fer, la substitution de l'acier au fer est faite, au fur et à mesure des besoins, par les brigades normales d'entretien, sans augmentation d'effectif. Elle ne donne lieu, par conséquent, à aucune dépense supplémentaire de main-d'œuvre, et la somme à prévoir annuellement au budget d'entretien, pour cette substitution, se calcule uniquement en divisant la somme de 10,000 francs, son prix de revient kilométrique, par le nombre d'exercices sur lesquels l'état de la voie à substituer donne la latitude de l'effectuer.

Sur des lignes peu fréquentées, il paraît suffisant de prévoir de ce chef 300 francs, de manière que la substitution complète soit faite en trente-trois ans.

CHAPITRE IV. — Appareils spéciaux.

La dépense d'entretien des changements, croisements, traverses, plaques, etc., dépend de leur nombre et de leur fatigue. Ces appareils doivent être constamment tenus en bon état.

CHAPITRE V. — Ballast.

Nous avons vu qu'on peut limiter le personnel d'entretien à 0.75 homme par kilomètre et que le remplacement d'environ 60 traverses par kilomètre est généralement suffisant — c'est-à-dire que le remplacement ne doit pas dépasser 1,000 francs pour la main-d'œuvre et peut se maintenir à 300 francs pour les traverses. Ces deux sommes, qui, à elles seules, représentent les quatre cinquièmes de la dépense totale d'entretien, s'appliquent à des voies posées sur bon ballast.

Si le ballast était mauvais, ou même seulement médiocre, ces prévisions seraient absolument insuffisantes, et l'on devrait, pour ne pas grever le budget d'une dépense de main-d'œuvre au moins double de celle normalement nécessaire, s'empresse de substituer le ballast, ou tout au moins de l'épurer.

Cette question a, du reste, été traitée séparément par les mêmes auteurs⁽¹⁾. En recherchant les relations qui existent entre les dépenses de personnel et les qualités du ballast, ils ont fait voir, par des attachements reproduits ci-après (tableaux III et IV), qu'en passant d'un mauvais ballast à un ballast de bonne qualité, on réalise une économie de main-d'œuvre de 50 p. c.

1) *Revue générale des chemins de fer*, février 1896.

CHAPITRES VI A IX. — Bâtiments et ouvrages d'art. Éclairage. Outillage. Plantations.

La totalité des dépenses afférentes à ces trois derniers chapitres ne dépasse pas le dixième de l'ensemble du budget, quand on ne fait aucun travail de luxe, quand le personnel est soigneux des locaux et de l'outillage et que l'entretien est fait en temps opportun.

RÉSUMÉ.

L'entretien des lignes secondaires, neuves, pourvues de rails en acier, posés sur bonnes traverses et sur bon ballast, peut, durant les premières années d'exploitation, être fait à raison de 1,200 francs par kilomètre.

Au fur et à mesure que le remplacement des traverses s'impose, la dépense augmente et atteint 1,500 francs, chiffre qu'avec du soin et des efforts on maintient, tant que les besoins du trafic n'exigent pas de nouveaux sacrifices.

Si la ligne est encore munie de rails en fer, leur remplacement est fait, par voie d'entretien, et autant que possible, en une période assez longue pour que le budget ne dépasse pas 1,800 francs.

Sur les lignes principales, l'entretien s'accroît en raison du trafic, mais en tenant compte de ce que sur une ligne neuve en acier on dépense	fr. 1,200
que le renouvellement des traverses, en quinze ans, coûte	500
que le remplacement des rails, en trente-trois ans, revient à	300
que la surveillance, qui entre pour 200 francs dans le calcul du budget des lignes secondaires, peut atteindre 2,000 francs, soit 1,000 francs par kilomètre de voie simple sur les voies principales, soit 1,000 francs — 200 francs =	800
qu'enfin, il peut être nécessaire d'affecter 200 francs de plus par kilomètre pour assurer l'entretien des stations plus développées	200
On voit que l'entretien des lignes importantes revient à	fr. 3,000

par kilomètre de voie de service simple.

C'est une bonne moyenne que l'on doit tendre à ne pas dépasser. On y parvient en faisant usage d'un ballast irréprochable et en cherchant toujours à réduire la main-d'œuvre.

Annexe I. — Résumé et classement des dépenses d'entretien en 1884.

LIGNES SECONDAIRES.

DÉSIGNATION des LIGNES.	NOMBRE journalier de trains dans chaque sens.		DÉPENSES.											Longueur kilométrique.	Dépenses par kilomètre.	Rapport entre la dépense du personnel et la dépense totale.	Observations.
	Réguliers.	Facultatifs.	Person- nel.	Matériel de la voie (rails, traverses et menues matières).		Appareils spéciaux.	Ballast.	Bâtiments et ouvrages d'art.	Eclairage de la voie et dépenses accessoires.	Renouvellement des outils et menus objets.	Plantations et cloîtres.	TOTALS.					
Wavrin à Armentières	4	2	11,879 37	25 80	14 70	"	456 12	515 15	1,307 06	3 85	14,202 14	FR. C.	12,500 1,136 17	0.84	Voie unique.		
Henin-Liétard à Don .	5	12	25,471 86	389 06	223 68	"	1,506 42	1,238 16	600 30	986 31	30,355 78	FR. C.	19,500 1,556 71	0.84	—		
La Madeleine à Comines	6	1	16,281 63	3,072 80	"	"	"	"	90 65	"	380 05	19,825 13	FR. C.	15,500 1,279 04	0.82	—	
Douai à Orchies . . .	5	3	12,336 17	23 29	"	"	300 81	208 49	133 42	"	"	13,082 18	FR. C.	15,700 833 26	0.94	—	
Orchies à Tournai . .	5	"	5,080 40	228 00	"	"	335 23	49 66	6 21	20 00	"	5,659 59	FR. C.	5,500 1,029 02	0.89	—	
Somain à Orchies . .	8	9	14,922 03	2,073 06	"	636 26	293 80	29 24	185 86	"	"	18,140 24	FR. C.	13,700 1,324 11	0.82	—	
Orchies à Menin . . .	8	3	30,867 10	3,575 92	317 40	86 49	621 48	450 53	78 04	"	"	44,957 35	FR. C.	44,000 1,021 76	0.89	—	
Saint-Amand à Blanc- Misseron	4	3	18,337 23	981 74	52 57	"	1,527 83	428 88	184 77	2,499 93	"	24,012 95	FR. C.	21,000 1,143 47	0.76	—	
Saint-Amand à Tournai	6	1	10,134 00	84 40	78 61	"	379 67	126 55	33 77	215 00	"	11,032 09	FR. C.	9,000 1,228 08	0.92	—	
Dépenses totales par chapitre			151,240 57	10,384 14	717 05	722 75	5,511 36	3,137 01	2,539 43	4,045 14	"	181,288 06		156,400 1,159 13	0.85		
Dépenses totales par chapitre et par kilo- mètre de voie simple.			996 19	66 36	4 56	4 62	35 24	90 06	10 17	25 86	"	1,159 13		"	"	"	

Annexe II. — Résumé et classement des dépenses d'entretien en 1884.

LIGNES PRINCIPALES.

Désignation des Lignes.	NOMBRE de Réguliers.	DÉPENSES.												Longueur par kilomètre.	Dépense par kilomètre.	Rapport entre la dépense et la dépense totale.	Observations.
		Person- nel.	Matériel de la voie		Appareils spéciaux.	Ballast.	Entretien des ouvrages d'art.	Frais de la voie et dépenses nécessaires.	Renouvellement des rails et des outils.	Plantations et cloûres.	TOTALS.						
			FR. C.	FR. C.							FR. C.	FR. C.	FR. C.				
1^{re} Voie double.																	
Leforest à Lille.	37	800,385 37	8,324 07	7,810 02	11,093 56	28,876 12	4,204 89	3,972 30	981 83	266,227 86	86,000	10,239 53	0.75	(a) et (b). Ces sommes ont été déduites pour l'année 1884, les dépenses de la ligne ont été de 10,239 53.			
Leforest à Anzin.	32	189,962 02	20,580 94	13,338 63	7,551 02	15,004 64	2,454 23	5,324 42	905 51	255,125 01	43,200	5,905 67	0.74	(c) Les dépenses de la ligne ont été de 5,905 67.			
Anzin à Valenciennes.	30	69,182 63	11,470 02	5,615 04	3,592 70	9,181 52	1,065 98	1,537 53	659 56	102,684 98	16,000	6,417 81	0.67	(d) Les dépenses de la ligne ont été de 6,417 81.			
Lille à La Madeleine.	33	24,064 04	269 82	902 19	2,413 43	622 57	—	—	249 80	26,763 95	3,700	7,279 45	0.84	(e) Les dépenses de la ligne ont été de 7,279 45.			
La Madeleine à Valenciennes.	26	46,679 34	2,314 75	1,619 36	14,576 86	8,122 01	786 72	694 29	474 76	75,208 04	7,527	9,981 77	0.62	(f) Les dépenses de la ligne ont été de 9,981 77.			
Lille à Valenciennes.	32	61,502 99	4,585 97	3,469 67	10,572 81	16,339 10	1,074 60	1,223 19	611 89	90,360 22	12,000	7,500 02	0.68	(g) Les dépenses de la ligne ont été de 7,500 02.			
Lille à Valenciennes.	22	51,480 63	310 54	1,072 24	1,444 44	7,506 82	1,424 96	1,264 51	24 21	63,085 35	12,500	5,046 83	0.82	(h) Les dépenses de la ligne ont été de 5,046 83.			
Lille à Valenciennes.	22	134,063 05	11,258 83	3,115 62	8,274 07	15,195 45	617 85	1,426 89	462 02	174,434 36	46,000	3,366 18	0.77	(i) Les dépenses de la ligne ont été de 3,366 18.			
Dépenses totales par chapitre.	..	777,341 27	59,127 94	33,822 77	59,085 86	94,648 23	11,029 23	15,705 23	4,349 29	1,055,900 84	169,527	6,226 57	0.74	(j) Les dépenses de la ligne ont été de 6,226 57.			
Dépenses totales par chapitre et par kilomètre de voie simple.	..	2,292 08	174 39	99 76	174 27	279 74	34 30	46 32	12 83	3,114 28	(k) Les dépenses de la ligne ont été de 3,114 28.		
2^{de} Voie unique.																	
Lille à Béthune.	8	31,510 35	1,461 26	1,402 26	—	3,659 06	2,407 08	1,740 28	2,418 77	64,808 98	40,500	1,600 22	0.79	(l) Les dépenses de la ligne ont été de 1,600 22.			
Lille à Landas.	12	28,079 90	—	164 00	02 50	1,824 54	216 90	201 79	11,221 00	41,938 08	23,000	1,823 46	0.67	(m) Les dépenses de la ligne ont été de 1,823 46.			
Landas à Valenciennes.	10	26,186 71	402 79	58 02	9 36	886 06	758 07	349 65	5,787 51	34,528 17	21,000	1,644 20	0.76	(n) Les dépenses de la ligne ont été de 1,644 20.			
Dépenses totales par chapitre.	..	105,777 22	1,974 05	1,714 78	71 86	6,369 06	3,551 05	2,300 88	19,427 26	141,276 72	84,500	1,671 91	0.74	(o) Les dépenses de la ligne ont été de 1,671 91.			
Dépenses totales par chapitre et par kilomètre de voie simple.	..	1,251 80	23 36	20 20	0 85	75 38	42 02	28 29	229 91	1,671 91	(p) Les dépenses de la ligne ont été de 1,671 91.		
Moyenne générale par kilomètre de voie simple.	..	2,085 02	144 26	83 90	139 67	298 97	56 84	42 72	56 14	2,883 53	0.74	(q) Les dépenses de la ligne ont été de 2,883 53.	(r) Les dépenses de la ligne ont été de 2,883 53.		

Annexe III. — Dépenses comparatives de main-d'œuvre appliquées annuellement à l'entretien de voies ferrées reposant sur ballast de différentes qualités.

des lignes.	DESIGNATION des stations comprises dans la partie considérée.	des longueurs considérées et des positions kilométriques.	NOMBRE journalier de trains dans chaque sens.		MODELE des rails de la voie.	QUANTITÉ TOTALE de journées passées annuelle- ment à l'entretien de la voie				QUANTITÉ MOYENNE DE JOURNÉES par kilomètre et par an				Observations.
			Réguliers.	Facultatifs.		sur ballast mauvais.	sur ballast de moyenne qualité.	sur ballast neuf ou épuré.	Voie double.	Voie simple.	sur ballast de moyenne qualité.	Voie double.	Voie simple.	
<i>Lignes principales.</i>														
Leforest à Lille (voie double).	Libercourt et Phalempin.	K. 253,225 à 254 (775 ^m). K. 215,5 à 223 (7840).	37	60	30 k. Vig. A.F.	265	"	100	380	190	"	205	102,5	NOTA. — Le travail ne s'applique qu'aux tables en défilé ainsi : Déga- lagement de la voie, ré- paration des traverses et des rails, nettoyage et distribution des épandeurs sur les traverses, nettoyage des tir-fonds et des bou- loirs d'entretien, dressage des rails, réparation et entretien du régime de ballast. —
Leforest à Anzin (voie double).	Montigny, Somain, Wallers et Raimies.	K. 218,700 à 229 (10300). K. 243 à 244 (1400).	32	57	30 k. Vig. A.F.	"	2153	2060	"	"	270	200	100	
Anzin à Quiévrain (voie double).	Blanc-Misseron.	K. 256,500 à 260,225 (4428).	30	38	30 k. Vig. A.F.	210	"	"	"	210	"	"	"	
Lille à Monsérin (voie double).	Croix, Roubaix et Tourcoing.	K. 2,500 à 14,525 (11484).	32	25	—	744	"	1400	372	186	"	210	105	
Buigny à Somain (voie double).	—	K. 184,300 à 185,500 (12100).	22	26	—	557	"	"	480	240	"	"	"	
—	—	K. 198 à 202,500 (4500).	22	26	—	1247	"	"	"	280	145	"	"	
Totaux et moyennes.														
	Porte d'Arras, Porte des Postes, Loos, Hau- bourdin, Santes, Wavrin, Don, Marquillies, La Bassée, Vio- laines, Cuinchy, Beuvry et Be- thune, Rivage, Lesquin, Fretin, Templeuve, Nomain et Orchies, Saint-Amand.	K. 2,225 à 42,515 (40466).	8	11	30 k. Vig. A.F.	"	6213	"	"	"	"	155	"	
Lille à Bethune (voie simple).		K. 2,191 à 25 (22800).	12	16	—	"	3306	"	"	"	"	145	"	
Lille à Landas (voie simple).		K. 30 à 35 (5000).	10	10	—	"	375	220	"	"	"	150	"	88
Landas à Valen- ciennes (voie simple).						"	6806	220	"	"	"	150	"	88
Totaux et moyennes.														

Annexe IV. — Dépenses comparatives de main-d'œuvre appliquées annuellement à l'entretien de voies ferrées reposant sur ballast de différentes qualités.

DÉNOMINATION			NOMBRE JOURNALIER de trains dans chaque sens.		MODÈLE des rails de la voie.	QUANTITÉ TOTALE de journées passées annuellement à l'entretien de la voie				QUANTITÉ MOYENNE DE JOURNÉES par kilomètre et par an				Observations.	
des lignes.	des stations comprises dans la partie considérée.	des longueurs considérées et des positions kilométriques.	Réguliers.	Facultatifs.		sur ballast mauvais.	sur ballast de moyenne qualité.	sur ballast ou épuré.	Voie double.	Voie simple.	Voie double.	Voie simple.	sur ballast mauvais.		sur ballast de moyenne qualité.
<i>Lignes secondaires.</i>															
Wavrin à Armentières (voie unique).	Beaucamps et Ennetières.	K. 240,700 à 242,502 (12-102).	4	2	30 k. Vig. A.F.	"	1985	"	"	"	164	"	"	"	"
Hennin-Liétard à Don (voie unique).	Hennin, Montigny, Harnes, Courrières, Carvin et Bauvin.	K. 218,125 à 217,55 (10-385).	5	12	—	"	"	2384	"	"	"	"	"	123	Surva. — Le travail sur ballast est effectué par un ouvrier seul, sans mélange de la voie, nettoyage, bourrage, rectification du montage et réduction des épaissements des traverses, serrage des rails, etc. Les rails sont de 30 k. Vig. A.F. et sont en bois d'acacia, dressés avant de la voie, repoussés et réglés au ballast.
Douai à Orchies (voie unique).	Raches et Flines.	K. 221,640 à 217,540 (15-700).	5	3	—	"	"	1523	"	"	"	"	"	97	Ce ballast est en latier.
Somain à Orchies (voie unique).	Femain et Marchienne.	K. 232 à 245,704 (13-704).	8	9	37 k. Vig. 1 ^{re} .	"	"	1850	"	"	"	"	"	92	
Orchies à Menin (voie unique).	Nomain, Genech, Cysoing, Tressin, Lannoy, Roubaix, Fourvoing, Roncq, Halluin, Menin.	K. 246,544 à 259,502 (43-248).	8	3	—	"	"	4109	"	"	"	"	"	95	Ce ballast est en "meirve de dépôt de machines.
Saint-Amand à Blanc-Misseron (voie unique).	Odomez.	K. 43,401 à 48,503 (5-401).	4	3	—	"	375	194	"	"	139	"	"	72	Ballast en bonnes moires de machines.
Saint-Amand à Tournai (voie unique).	Tecelles et Maulde-Mortagne.	K. 34,345 à 42,919 (8-007).	6	1	30 k. Vig. A.F.	"	1135	"	"	"	132	"	"	"	Ballast en moires de dépôt de machines.
Totaux et moyennes. . . .															96

3^e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER MÉRIDIONAUX (ITALIE)

Sur le réseau de l'Adriatique, l'entretien de la voie et des mécanismes fixes est fait en régie, attendu qu'il s'agit d'opérations qui exigent un grand soin et de la bonne exécution desquelles dépendent la régularité et la sécurité de l'exploitation ainsi que la conservation du matériel fixe et roulant. L'expérience acquise sur les lignes des chemins de fer méridionaux, après une période de vingt-cinq ans d'exploitation, conseille de persévérer dans le système pratiqué jusqu'ici.

Les opérations usuelles pour entretenir la voie en parfait état, savoir : le dressement et le relevage de la voie, le bourrage des traverses, le règlement du ballast et les réfections partielles de la superstructure, sont accomplies par des équipes permanentes de cantonniers payés au mois.

Le réseau adriatique a actuellement un développement total de 4,600 kilomètres.

Abstraction faite des équipes chargées de l'entretien des voies dans les gares principales, telles que Milan, Vérone, Rome, Venise, Bologne, Ancône, Castellamare-Adriatique, Foggia, Bari, Bénévent, Caserte, la Société tient à son service sur toute l'étendue du réseau 914 équipes de cantonniers, à chacune desquelles est confié l'entretien d'un tronçon de voie, dont la longueur est comprise entre 4 et 6 kilomètres, selon les conditions des lignes et celles du trafic.

Chaque équipe est composée d'un chef d'équipe et de quatre ou cinq cantonniers.

Sur certaines lignes traversant des régions infectées par la *malaria*, notamment dans le midi de l'Italie, les équipes sont parfois décimées par les fièvres. Dans ce cas, pour combler les vides produits par la maladie, on est obligé d'avoir recours au personnel auxiliaire engagé à la journée.

Certaines lignes du nord ressentent d'autre part les effets des hivers rigoureux et l'on est parfois obligé de renforcer les équipes pendant la bonne saison avec du personnel payé à la journée, et dont l'engagement temporaire a la durée nécessaire pour remettre en ordre la voie désorganisée par les effets du dégel.

Les femmes gardes-barrières prêtent leur concours aux gardes-voie dans la garde des barrières

et les remplacent dans certaines heures de la journée afin que ceux-ci puissent se reposer chaque jour au moins pendant sept heures consécutives. Le nombre de femmes gardes-barrières est actuellement de 2,901 sur le réseau adriatique.

Le susdit personnel, savoir : chefs d'équipe, gardes-voie, cantonniers et femmes gardes-barrières, est placé sous les ordres des surveillants (piqueurs).

La répartition des tronçons de surveillance est réglée de manière que le surveillant ait le temps de parcourir son tronçon à pied au moins une fois par jour, de veiller au travail des équipes, de s'assurer du bon état de la voie et de faire un rapport journalier à l'ingénieur sur les dispositions intéressant le service.

Le nombre des surveillants actuellement en service sur le réseau adriatique est de 284 ; la longueur moyenne de ligne confiée à leur surveillance est de 16 kilomètres.

La surveillance du personnel dont on vient de parler ne présente aucune difficulté : son travail est contrôlé par le surveillant, et ce dernier est obligé de justifier l'emploi de sa journée dans le rapport journalier qu'il transmet à l'ingénieur chef de section, et d'y indiquer, en outre, les travaux exécutés, les matériaux employés, l'état de la voie, etc. Grâce à un tel système, l'œuvre du personnel est utilisée d'une façon complète dans l'intérêt de la régularité, de la sécurité et de l'économie de l'exploitation.

Tout le personnel chargé de l'entretien et de la surveillance de la voie est placé sous les ordres de vingt ingénieurs chefs de section (tel étant le nombre des sections dont est composé le réseau adriatique) ayant leur résidence dans les villes suivantes : Milan, Vérone (siège de deux sections), Udine, Rovigo, Crémone, Parme, Pistoie, Florence, Foligno, Rome, Aquila, Bologne, Ancône, Castellamare-Adriatico, Foggia, Bari, Lecce, Bénévent, Campobasso.

Le système d'exécuter les travaux en régie, pratiqué sur le réseau adriatique, pour l'entretien ordinaire de la voie, y est appliqué aussi aux travaux de renouvellement de la voie et de rechargement périodique du ballast.

On a bien essayé, quelquefois, d'affermir la pose de la voie à des entrepreneurs ; mais un tel système donne des résultats peu satisfaisants ; la pose est faite d'une manière peu régulière, en sorte qu'on est contraint de procéder, après quelque temps, à la réfection graduelle des tronçons affermés.

La pose de la voie et des mécanismes fixes dans les gares exige de grands soins, car de sa bonne exécution dépendent la régularité de l'exploitation, ainsi que la bonne conservation du matériel fixe et roulant. Il est par conséquent nécessaire que ces opérations soient confiées à des gens du métier et de préférence aux cantonniers des voies en exploitation, plutôt qu'à des entrepreneurs qui n'ont aucune aptitude pour ce genre de travaux et aucun intérêt à en soigner la bonne exécution.

Il en est de même pour les travaux de ballastage. Les résultats obtenus sur les tronçons dont le ballastage avait été affermé à des entrepreneurs ont prouvé, jusqu'à l'évidence, qu'on ne peut obtenir un ballastage régulier et complet qu'en faisant exécuter ces travaux en économie. Les entrepreneurs prennent peu d'intérêt à la bonne réussite de cette opération et se soucient avant tout de réaliser de bons bénéfices ; il s'ensuit que le dégarnissage et l'extraction des matières terreuses, particulièrement sous les traverses, a lieu d'une manière fort imparfaite, de sorte qu'on obtient un ballastage incomplet.

On connaît toute l'influence qu'exerce la bonne constitution du ballast sur l'entretien régulier de la voie et sur la bonne conservation du matériel et, par conséquent, sur la régularité, la sécurité et l'économie de l'exploitation.

Il est donc nécessaire que les opérations que nous venons de citer soient faites directement en régie à l'aide d'ouvriers assoldés à la journée.

Le ballast s'étend jusqu'à la profondeur de 25 centimètres au-dessous de la base des traverses et l'on a soin d'enlever aussi la couche de ballast qui soutient directement ces dernières.

Dans le cas où les trains se succèdent à des intervalles trop brefs pour permettre l'extraction du vieux ballast terreux soutenant directement les traverses, son remplacement par du ballast nouveau et le bourrage de ce dernier avant l'arrivée du train, on a soin de soutenir provisoirement la voie à l'aide de coins formés de vieux tronçons de traverses et calés avec violence à l'aplomb des rails. Il est par conséquent nécessaire que les chantiers de ballastage soient toujours fournis d'une certaine quantité de coins.

Les autres travaux concernant l'entretien de la plate-forme, des ouvrages d'art et des bâtiments, peuvent être exécutés selon les cas, soit en régie, soit en petits lots donnés à la tâche, soit enfin en entreprise ; on donne la préférence tantôt à l'un, tantôt à l'autre de ces systèmes, selon l'importance des travaux à exécuter.

En général, les équipes de cantonniers et de gardes-voie sont aussi chargées des petits travaux d'entretien des talus et des bords de la plate-forme, des haies et des clôtures, de l'entretien et du nettoyage des fossés, etc. Mais s'il s'agit de travaux de quelque importance (tels qu'éboulements de surface ou de masse), ou de dégâts causés par des inondations ou, enfin, d'autres inconvénients de ce genre, les travaux sont alors exécutés, soit par petits lots donnés à la tâche à des équipes d'ouvriers auxiliaires, soit en entreprise.

Pour ce qui concerne l'entretien des ouvrages d'art en général et celui des bâtiments, on suit différentes méthodes, selon les conditions des lignes.

Pour les lignes qui desservent des villes et des contrées peuplées, les travaux à exécuter sont donnés par petits lots d'entreprise, par voie de soumissions isolées ou de traités par soumissions cachetées à des tâcherons ou aux entreprises du pays, connues favorablement pour leur capacité et leur probité.

Pour les lignes qui traversent au contraire des régions désertes sur un long parcours, le système précédent serait peu pratique, et ne pourrait s'appliquer avec avantage sous le rapport de l'économie.

La Société, dans ce cas, a recours à des ouvriers spéciaux prêtant leur service permanent et possède de petites usines qui lui permettent d'exécuter en régie les travaux d'entretien des ouvrages d'art et des bâtiments sur les lignes traversant des contrées désertes.

Quant aux grands travaux de réparation ou de reconstruction des ouvrages d'art et des bâtiments, la Société les fait généralement exécuter par voie d'entreprise.

D'après tout ce qui vient d'être exposé, il est permis de tirer la conclusion suivante :

Toutes les opérations concernant l'entretien de la voie en général doivent être exécutées de préférence directement en régie par l'Administration même. La fourniture du ballast, soit pour les travaux courants d'entretien, soit pour ceux de rechargement du ballast, peut être affirmée par voie de soumissions cachetées.

Les autres travaux concernant l'entretien de la plate-forme, des ouvrages d'art et des bâtiments, peuvent être exécutés, selon les cas, soit en régie, soit en les donnant à la tâche, soit enfin par voie d'entreprise.

DISCUSSION EN SECTION

(1^{re} SECTION)

Séance du 21 septembre

PRÉSIDENCE DE M. LOMMEL

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BARSANTI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. PIÉRON

— La séance est ouverte à 9 heures du matin.

M. le Président. MM. J. Cleghorn, membre du Conseil, et Wilkinson, secrétaire du North Eastern Railway, ont déposé sur le bureau, au nom de leur Administration, une note relative à la question qui nous occupe. (Voir annexe A.)

La parole est à M. Piéron, ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché au chemin de fer du Nord français, pour présenter à la section un résumé de l'exposé qu'il a fait de la question.

M. Piéron. Mon mémoire passe en revue les différents services qu'il faut organiser pour assurer la surveillance et l'entretien de la voie.

La surveillance doit s'exercer tout particulièrement aux passages à niveau, aux ponts tournants, aux bifurcations; elle comporte l'établissement de postes sémaphoriques et de sonneries, qui sont de différents types.

En ce qui concerne les passages à niveau, il semble désirable d'encourager la tendance à en diminuer autant que possible la surveillance; le danger qu'on peut redouter aux passages à niveau ne paraît nullement atténué, en effet, par un luxe de précautions. Plus la surveillance est grande, plus diminue l'attention indi-

viduelle des personnes ayant à franchir un passage à niveau. Au contraire, moins on prend de précautions pour prévenir le public contre le danger, plus chacun s'habitue à être attentif et à ne compter que sur soi-même pour ne pas être victime d'un accident. Évidemment, ceci ne peut pas être une règle absolue; je me suis borné à indiquer une tendance qu'il serait, selon moi, désirable de favoriser et qui consiste à laisser plus de liberté au public et moins de responsabilité aux Compagnies.

Quant aux ponts tournants, j'ai dit qu'ils étaient soumis aux mêmes règles que les bifurcations, c'est-à-dire que les signaux y sont organisés comme aux bifurcations : signal d'arrêt, signal à distance, enclenchement des ponts avec les leviers des signaux; enfin, on emploie même un appareil retardateur ayant pour but d'obliger le pontier à laisser écouler un temps déterminé entre le moment où il a mis ses signaux à l'arrêt et celui où il ouvre le pont.

Pour les bifurcations, vous connaissez tous leur organisation; elle est analogue à celle des ponts tournants, au point de vue des signaux; seulement, au lieu d'avoir un pont à tourner, l'agent a des aiguilles à faire fonctionner. Il me semble que, si l'on pouvait remplacer le mode actuel, exigeant le déploiement d'une certaine force physique, par des manœuvres électriques, on pourrait en confier le fonctionnement à des femmes et réaliser ainsi une économie. Le travail des femmes offre encore cet avantage qu'il est généralement plus soigné que celui des hommes. Il y aurait donc intérêt, non seulement pour les Compagnies, mais encore pour les familles employées par elles, puisqu'elles trouveraient, dans la rémunération de la femme, un supplément de revenu plus ou moins important.

En résumé, au point de vue de la surveillance, il m'a semblé qu'on pouvait indiquer comme tendance les deux points suivants : possibilité de faire manœuvrer plusieurs postes par un seul agent, en concentrant plusieurs appareils sur un même point; avantage d'utiliser le plus possible les femmes pour la manœuvre des appareils.

Je passe à l'entretien. Les dépenses de l'entretien sont afférentes : à la conservation en bon état de la voie proprement dite, de son assiette et des clôtures, au renouvellement du matériel des voies, à l'entretien des bâtiments ou des signaux, enfin au payement du personnel.

Il est assez difficile, dans une question d'organisation du personnel, de ne pas indiquer, au moins d'une manière sommaire, de quelle espèce de voie on s'occupe; il est évident, en effet, que l'entretien diffère selon la nature des voies. J'ai donc examiné la question en distinguant les voies pourvues : du rail Vignole, du

rail à double champignon, et du rail bull-headed. Voici les observations que j'ai recueillies sur ces différents points :

« *Rail Vignole. Rail à double champignon.* — Les deux systèmes de voie qui ont été surtout mis en comparaison sont la voie Vignole et la voie à double champignon.

« La voie Vignole, après avoir supplanté la voie à double champignon, semble perdre aujourd'hui du terrain. Les comparaisons que l'on a faites entre les dépenses d'entretien de l'un et de l'autre système ne sont pas bien concluantes. En général, on a mis en parallèle deux voies neuves; or, toute voie neuve, à moins d'être très mal constituée, se comporte bien et occasionne de faibles dépenses. Les auteurs des essais ont donc été conduits, plutôt par leur sentiment personnel que par des chiffres bien précis, à donner la préférence à tel ou tel système.

« *Rail bull-headed.* — Cependant, comme nous l'avons dit, le rail à double champignon semble aujourd'hui reprendre son ancienne faveur, et comme le retournement des rails n'est pas tenu pour un bien sérieux avantage, c'est le rail à champignon dissymétrique (bull-headed) qui paraît, en ce moment, destiné à obtenir la préférence. C'est ce rail (43 kilogrammes) qui est employé au Métropolitain de Londres, c'est lui (45 kilogrammes) qui est prévu pour le Métropolitain de Paris. »

Je signale ensuite la tendance à l'adoption d'une voie lourde. Il est évident que, si l'on recherche quelle sera la voie la plus économique au point de vue de l'entretien, la plus lourde coûtera toujours moins de main-d'œuvre, puisqu'elle sera moins exposée à se déplacer sous le passage des trains. Toutefois, si l'établissement d'une voie lourde occasionnait une augmentation de dépense considérable, il faudrait ajouter à la dépense d'entretien l'intérêt et l'amortissement du capital supplémentaire qu'il aurait fallu y consacrer et, dans ce cas, il n'y aurait peut-être pas économie. De sorte qu'en disant qu'il est désirable d'avoir une voie aussi lourde que possible, je reconnais cependant qu'il y a ici une question de mesure à observer; c'est une question à étudier dans chaque cas particulier.

Je me suis borné à citer les traverses métalliques, puisque la question fait l'objet d'un paragraphe spécial du programme.

J'ai touché aussi un mot des voies sur longrines, mais en me bornant à exprimer une opinion personnelle. Ainsi que je le rappelle, les deux systèmes autrefois essayés dérivait du type Brunel et du type Barlow. Ce dernier a

échoué pour des motifs qui n'existent peut-être plus aujourd'hui. Le rail Barlow pesait 45 kilogrammes ; il a donné lieu à de graves mécomptes qui se sont produits surtout par suite de la dessoudure de la mise formant boudin du rail. Mais ces essais remontent à une vingtaine d'années. Or, aujourd'hui qu'on possède un métal homogène, la même cause de destruction n'existe plus. On pourra m'objecter que ce rail offrait d'autres inconvénients ; mais je suis convaincu qu'avec des études convenables on pourrait y parer.

Je ne parlerai pas de l'entretien des bâtiments et des signaux, pensant, messieurs, que vous avez pris connaissance de ce que j'en dis dans mon exposé. Je demanderai seulement la permission de lire le passage relatif à l'affermage de l'entretien, question qui a préoccupé plusieurs ingénieurs.

« *Affermage de l'entretien.* — Affirmer l'entretien de la voie, c'est tenter, soit au point de vue de la sécurité, soit au point de vue de la conservation du capital consacré au premier établissement, une épreuve tellement incertaine que personne, à notre connaissance, n'a osé jusqu'à présent courir ce risque dans une proportion tant soit peu notable. Les arguments que l'on peut faire valoir en faveur de cette organisation ne sont autres que les raisons générales données en faveur de l'exécution des travaux par entreprise, comparée à leur exécution en régie. L'expérience démontre péremptoirement que l'entreprise assure des résultats plus économiques, et que, moyennant une surveillance convenable, les qualités d'exécution ne laissent rien à désirer. Mais ce raisonnement général, appliqué au cas spécial qui nous occupe, peut être combattu par des arguments tels qu'ils ont fait jusqu'à présent reculer tous ceux qui ont eu à les examiner. Le plus sérieux de tous est incontestablement celui que l'on peut tirer de la sécurité. Lorsqu'on fait circuler sur rails des trains contenant des milliers et des millions de voyageurs, et lorsque leur vie dépend en partie du soin avec lequel ces rails sont tenus en bon état, il faut être à la fois bien expérimenté et bien libre d'esprit pour apprécier avec sûreté la mesure à laquelle il y a lieu de s'arrêter dans les dépenses d'entretien. Les exagérer serait faire une dépense inutile, mais, d'autre part, les restreindre avec excès pourrait amener de très graves conséquences. Or, la limite convenable n'est pas susceptible d'une détermination mathématique et rigoureuse ; on peut donc craindre que l'intérêt privé ne soit un facteur redoutable pour un problème aussi ardu. Si le désir immodéré de bénéfice, ou même la crainte de se ruiner dans une affaire aléatoire, interviennent, l'entrepreneur ne sera-t-il pas entraîné à des restrictions de dépenses qui, en augmentant ses profits, peuvent amener de

fâcheux résultats? Si une catastrophe se produit, qui sera responsable? En droit, la Compagnie restera responsable vis-à-vis de l'Administration et du public et elle appellera son entrepreneur en garantie, mais, en fait, de quelle valeur sera cette garantie? Tous les hommes de chemins de fer savent combien la cause d'un accident est difficile à préciser; l'entrepreneur de l'entretien échappera donc presque toujours à la responsabilité, et la Compagnie n'aura fait qu'abandonner une partie de son autorité sans amoindrir les risques d'une façon corrélative; et d'ailleurs, quelle que soit la personne dont la responsabilité est en cause, s'il était démontré que la sécurité fût diminuée, comme on peut le craindre, ce serait un motif qui ne permettrait pas d'adopter la solution indiquée. Il est, du reste, permis de se demander encore si ce serait, même au point de vue financier, une opération bien avantageuse. On peut concevoir, en effet, deux organisations : ou bien l'on affermerait simplement la main-d'œuvre, la Compagnie se réservant de fournir à l'entrepreneur le matériel de la voie, ou bien l'entrepreneur aurait à pourvoir à la fourniture de la main-d'œuvre et du matériel. Or, dans le premier cas, l'entrepreneur aurait un intérêt évident à faire forcer la fourniture du matériel, puisque ce serait une manière de diminuer la main-d'œuvre, attendu qu'un matériel plus jeune se conserve toujours en meilleur état qu'un matériel plus ancien. Dans le second cas, en dehors du contrôle qu'il faudrait exercer sur la fourniture du matériel, la Compagnie se trouverait en face d'une tendance de l'entrepreneur à en fournir le moins possible. Elle serait donc exposée : dans le premier cas, à perdre, par une exagération dans la dépense du matériel, le bénéfice résultant d'une diminution dans les frais de main-d'œuvre, et dans le second cas, à subir une dépréciation de capital qui serait d'autant plus dangereuse qu'elle pourrait facilement passer inaperçue pendant un temps même assez long, pour ne se révéler que par les plus redoutables surprises. En somme, on peut croire qu'un entrepreneur, dans de semblables conditions, ne tarderait pas à devenir, en fait, un agent de la Compagnie ayant, par son contrat, droit à des bénéfices qui viendraient s'ajouter aux dépenses nécessaires et nécessairement faites et, par suite, ne constitueraient, à tout bien considérer, qu'une perte sèche pour la Compagnie. Quelle que soit, enfin, la valeur des arguments que l'on peut invoquer, soit dans un sens, soit dans l'autre sens, nous ne connaissons aucun exemple de l'organisation dont il s'agit, et par conséquent nous n'avons aucune indication pratique à invoquer pour demander son adoption ou son rejet. »

M. le Président. Je remercie M. le rapporteur de son travail très complet.

Avant d'ouvrir la discussion, je vous sou mets, messieurs, la question de savoir si vous désirez entamer d'abord un débat général, embrassant l'ensemble de la question, ou bien si vous préférez discuter séparément la surveillance et l'entretien. Dans mon opinion personnelle, une discussion générale, comme nous l'avons fait jusqu'à présent, nous fera gagner du temps.

M. Bricka (*France*). Les deux questions sont tellement distinctes qu'il vaudrait peut-être mieux les discuter séparément.

M. von Leber (*Autriche*). Je suis plutôt d'avis qu'on adopte le premier mode, parce que nous avons, avant tout, avantage à échanger nos opinions; nous serons toujours libres, après cela, de procéder par division.

Si, au contraire, on discute séparément des questions qui ne sont pas toujours divisibles, — M. Bricka reconnaîtra qu'ici les deux questions ont souvent des points communs, — nous pourrions être gênés de nous exprimer sur ces points communs.

— L'assemblée décide qu'elle procédera d'abord à une discussion générale.

M. Siegler (*France*). Je prends la parole parce que, dans son rapport, M. Piéron a formulé quelques critiques au sujet du mode suivi par la Compagnie de l'Est français pour l'exécution des travaux d'entretien. Ce mode a été exposé d'une manière sommaire dans les annexes imprimées à la suite du rapport de M. Piéron, dans le *Bulletin de la Commission internationale*.

Voici en quoi consiste la méthode des revisions générales. Nous considérerons plus particulièrement une ligne d'une certaine importance, car, pour les lignes secondaires, notre méthode n'est pas d'une application aussi complète.

Je prends donc une ligne à trafic important et comptant déjà une certaine durée. Pour l'entretenir, voici comment nous opérons : Nous la revisons, par exemple, tous les deux ans, c'est-à-dire qu'une équipe déterminée, ayant une section de dix kilomètres, doit, si la ligne est à double voie, reviser chaque voie une fois tous les deux ans. La revision consiste à dégarnir la voie, à rechercher si les matériaux sont en bon état et à sortir toutes les traverses pourries ou en train de pourrir et qui ne pourraient plus résister jusqu'à la prochaine revision.

Comme vous le voyez, c'est l'opposé du système de voltige qui consiste à réparer les défauts de la voie à l'endroit où on les constate et à passer sans cesse d'un point à un autre.

Il va de soi que notre système n'empêche nullement les réparations partielles

de petites défauts qui sont constatées dans l'intervalle de deux revisions générales.

Seulement, il ne nous arrive presque pas d'avoir, pendant cet intervalle, à remplacer des billes pourries, puisqu'on enlève toutes celles qui, lors de la revision générale, semblent ne plus pouvoir durer deux ans.

Quant aux rails, comme ils sont toujours apparents, on les remplace à mesure que des défauts y sont constatés.

L'avantage de cette méthode, c'est de donner une sécurité absolue que ne procure pas la méthode dite « de voltige ».

Nous avons constaté que dans cette dernière méthode et malgré une main-d'œuvre assez importante, il arrivait parfois qu'on omettait de toucher à certaines parties de la voie qui paraissaient solides. Il peut arriver que, sur certains points de la voie, la situation paraisse excellente, que rien n'y appelle l'attention des équipes, et qu'un beau jour un accident y survienne parce que des traverses étaient pourries.

M. Piéron. C'est ce que je conteste. Cela tendrait à faire croire que l'autre méthode est dangereuse, ce que je ne puis admettre.

M. Siegler. Je ne prétends nullement que l'autre méthode soit dangereuse : cela reviendrait à dire que notre système seul offre une sécurité réelle, ce qui est bien loin de ma pensée. C'est une question de plus ou de moins. Je me borne à indiquer les avantages de notre méthode et je prétends qu'elle donne plus de sécurité que toute autre.

M. Piéron. De mon côté, je prétends que l'autre méthode donne également une sécurité complète.

M. Siegler. Le second avantage que présente notre méthode, c'est qu'elle évite toute main-d'œuvre inutile. Très souvent, dans la méthode de voltige, quand on bourre une traverse trop basse on provoque le débordement des traverses voisines. On perd ainsi du temps et l'on s'expose à nuire à l'homogénéité de la voie.

Mais ce n'est là qu'un des côtés de la question : nous ne prétendons pas seulement que notre méthode nous donne une voie plus sûre et plus régulière, nous prétendons que cette méthode nous procure également de l'économie. Nous avons constaté que la dépense de main-d'œuvre avait diminué ; et cela tient à deux causes. Nous nous rendons mieux compte du travail de nos équipes ; chacune d'elles commençant le matin à un point déterminé, il est facile de

s'assurer de la quantité de travail qu'elle a effectué. Au contraire, quand les équipes travaillent irrégulièrement, il est bien difficile de les soumettre à un contrôle efficace. Sans doute, par la surveillance, on peut amoindrir cet inconvénient; mais nous pensons que le système de la revision générale facilite beaucoup cette tâche. De plus, comme je le disais tout à l'heure, il y a des travaux qui se trouvent supprimés parce que, par la continuité même de la revision, on ne revient pas plusieurs fois au même endroit.

Maintenant, j'ai à répondre à une critique qui me paraît tenir à un malentendu.

M. Piéron dit dans son exposé :

« Il est bien difficile de déplacer le matériel et spécialement les traverses, de le retirer du point où il se trouve pour l'employer de nouveau sur un autre point, sans lui faire subir une dépréciation sensible; d'autre part, ce double déplacement exige une main-d'œuvre qui, pour les traverses, a été évaluée à 1 franc chaque fois, soit 2 francs pour le retrait et le remploi. Or, ce prix de 2 francs est le tiers de la valeur primitive de la traverse, si on l'évalue neuve à 6 francs, ou la moitié de cette valeur, si on cote 4 francs une traverse qui n'est plus neuve, mais qui est de première catégorie. »

Je ne m'explique pas cette critique, attendu que nous ne faisons absolument rien de particulier ni de nouveau quant au remploi des traverses. Quand une traverse n'est plus assez bonne dans une voie principale, nous l'en sortons, et si elle n'est pas hors de service, nous la remployons dans une voie de gare, où elle peut être encore utilisée. Je crois que toutes les Compagnies agissent de même. Il peut y avoir seulement du doute sur le point de savoir s'il y a nécessité d'enlever la traverse.

La seule objection qu'on puisse faire est celle-ci : Comme nous enlevons de la voie toute traverse qui semble ne plus pouvoir durer deux ans, on pourrait dire que si nous attendions qu'elle fût suffisamment pourrie, il serait possible de la faire servir encore pendant un an, un an et demi peut-être. Cela est exact. Seulement, cela ne fait guère, en moyenne, qu'un an de réduction. Nos traverses durent de vingt-cinq à trente ans, d'après nos statistiques; au bout de quinze ans, elles donnent un déchet d'environ 3 à 4 p. c.; ceci est établi d'une façon précise, parce que, au moment où des traverses neuves sont placées, elles reçoivent un clou qui indique l'année de leur mise dans la voie.

Je reconnais que la méthode des revisions générales conduit à sortir les tra-

verses de la voie un peu plus tôt; mais elle nous procure ce grand avantage, au point de vue de la sécurité, de ne pas nous exposer à les sortir trop tard, ce qui peut arriver avec la méthode ordinaire. Mieux vaut, à notre avis, les sortir plus tôt, puisqu'elles peuvent encore servir ailleurs.

Une autre question est celle de la réfection des voies. Comme nous l'avons dit dans la note annexée au rapport, voici comment nous opérons : quand, en un point de la voie, un rail est devenu mauvais, nous le remplaçons par un autre; mais nous n'employons ni un rail neuf, ni un rail en acier au milieu de rails en fer, mais un rail ayant déjà été employé ailleurs dans des parties de voies réfectionnées. Nous faisons la réfection strictement sur la longueur nécessaire pour obtenir la quantité de ces rails dont nous avons besoin pour l'entretien chaque année, et quand nous substituons l'acier au fer, nous devons changer en même temps les traverses, lesquelles sont placées sur d'autres points, parce que la substitution de l'acier nécessite un changement du type même du rail.

M. Jules Michel (*France*). Dans son exposé, M. le rapporteur a traité la question de l'emploi des femmes dans les postes de bifurcation. Je crois savoir que M. Mantegazza a une communication à nous faire à ce sujet.

M. Mantegazza (*Italie*). Nous avons installé, depuis deux ans, à quelques kilomètres de Milan, un poste pour la manœuvre hydrodynamique de divers signaux et changements de voie. Nous en avons obtenu de bons résultats. Notre installation permet d'opérer à de grandes distances et elle offre le grand avantage de contrôler automatiquement les mouvements des aiguilles par des organes agissant sur la table d'enclenchement. Je me tiens à la disposition des membres de la section pour leur faire visiter cette installation.

M. Jules Michel. Ce point est important dans l'examen de la question qui nous est soumise, puisqu'il paraît que l'appareil peut être manœuvré sans effort par une femme.

M. le Président. Je remercie M. Mantegazza de sa communication; je ne doute pas que les membres de la section ne se rendent en grand nombre à son invitation.

M. von Leber. Les deux questions de la surveillance et de l'entretien ne sont pas assez distinctes pour qu'on puisse les séparer complètement.

Si l'on s'en tient aux seuls pays dont on a parlé, la question est facile à résoudre; mais si l'on considère tous ceux qui sont ici représentés, on constate que les

systèmes d'exploitation qui y sont appliqués influent beaucoup sur les procédés de surveillance et d'entretien.

Ainsi, il faut faire une différence entre les lignes exploitées par cantonnements. Dans ce système, chaque ligne est divisée en sections; les cantonniers sont logés sur place; ce sont généralement d'anciens ouvriers de la voie, des ouvriers poseurs, qu'on installe là à titre de récompense de leurs bons services.

Ces cantonniers ont à s'occuper, en partie, de l'entretien et de la surveillance; quand ils ont à faire de petites réparations, ils prennent avec eux des ouvriers qu'ils dirigent. Ce système est très avantageux, surtout quand on a de grandes distances à parcourir, parce qu'il n'est pas facile de transporter des équipes d'un point à un autre; tandis qu'il est très facile de faire les petites réparations au moyen des cantonniers.

Je sais que, dans d'autres pays, où la population est plus dense, on emploie d'autres procédés; ceux-ci diffèrent naturellement selon les circonstances et les conditions qui se présentent. Quant au système exposé par M. Siegler, je le crois un peu coûteux. Quand il parle d'époques fixes de revision, je crois qu'elles sont spéciales aux chemins de fer de l'Est français.

M. Siegler. J'ai dit que les périodes de revision sont d'un an à quatre ans.

M. von Leber. Je crois aussi que le système de M. Siegler n'est applicable qu'aux lignes tout à fait consolidées. Il en résulte qu'il est bien difficile d'établir des règles générales en pareille matière, et, en somme, je pense que ce système n'est guère applicable qu'aux lignes qui donnent de bonnes recettes; aussi, j'estime qu'il convient de ne pas nous arrêter, sur ce point, à des conclusions trop précises.

M. Bricka. Je suis tout à fait d'avis comme M. von Leber, qu'il n'y a pas lieu de formuler une conclusion précise sur ce point, attendu que le système qu'a exposé M. Siegler constitue actuellement encore une exception. Mais je tiens à dire cependant que je l'ai appliqué sur le réseau de l'État français, sans savoir qu'il fût en vigueur sur les lignes de l'Est français. J'ai été conduit à l'appliquer pour des raisons d'économie, sur des lignes à petit trafic, où il faut regarder de près à la dépense, et j'ai constaté une diminution notable dans les dépenses d'entretien.

Si l'on se place au point de vue économique, il faut mettre de côté la question des traverses. Le système, tel que je l'ai mis en pratique, consiste à faire travailler les brigades d'une manière suivie, au lieu de les employer d'une façon

discontinue. Cela n'empêche naturellement pas que si, dans l'intervalle de deux revisions, on constate la nécessité de remplacer une traverse ou un rail, on fasse immédiatement ce remplacement. Mais il y a là une organisation du travail qui permet une surveillance beaucoup plus efficace que quand on fait courir les ouvriers d'un point à un autre de la ligne, ce qui occasionne de grandes pertes de temps. Ce système est donc plus économique, il facilite la surveillance et il nous a permis, depuis huit ans que nous l'appliquons, de réduire le nombre des ouvriers auxiliaires à un chiffre inférieur à 5 p. c. du montant total de la main-d'œuvre.

M. Jules Michel. Je voudrais présenter une observation au sujet de l'énoncé de la question. N'avons-nous pas à examiner si l'affermage est plus utile ou plus économique que l'entretien par voie de régie, c'est-à-dire au moyen d'employés ou d'ouvriers des Compagnies, embrigadés d'une façon permanente?

M. Brière (France). C'est une question un peu différente de celle qui nous est soumise. Ne pourrait-on pas terminer d'abord ce qui est relatif au système spécial d'entretien par voie d'affermage?

M. le Président. On vient de décider qu'il y aura une discussion générale sur la question posée au programme. Il faut donc permettre à toutes les observations de se produire.

M. Jules Michel. Il faut, à mon avis, faire une distinction. S'il s'agit d'une ligne où les trains circulent à la vitesse de 60 kilomètres et plus, la raison de sécurité l'emporte sur toute autre considération, même sur la raison d'économie. Dans bien des circonstances, les ouvriers étant inoccupés, on pourrait en congédier pour réaliser des économies; mais alors on peut craindre d'être surpris par quelque accident ou événement imprévu. Si cela se produit quand les équipes sont désorganisées ou congédiées, il est clair que la régularité du service peut être compromise. Dans ces conditions, la régie s'impose.

Je sais bien que l'entretien des voies comporte d'autres travaux qui n'intéressent pas la sécurité. Ces travaux peuvent être faits à la tâche, et on peut les faire exécuter sans inconvénient et avec une économie réelle sans y occuper ce qu'on appelle des ouvriers d'état, comme ceux qu'on emploie régulièrement dans les ateliers.

Donc, sur nos grandes lignes, le système de l'affermage offrirait, à mon avis, du danger, je ne dis pas pour la circulation proprement dite, parce qu'on la

surveillance, mais parce que, à certains moments donnés, nous n'aurions pas sous la main le personnel dévoué que nous possédons aujourd'hui.

S'il s'agit d'une ligne secondaire, où la vitesse des trains n'est guère que de 30 kilomètres par heure, on peut recourir au système de l'affermage; mais il en est autrement pour les lignes à fort trafic.

Il y a là une distinction fort importante à faire.

La même distinction doit être faite aussi quant au mode d'établissement de la voie : il est évident que les voies où les trains ne circulent qu'à la vitesse de 30 kilomètres ne doivent pas être pourvues de rails aussi forts que celles où la vitesse des trains est beaucoup plus grande. Mais je n'insiste pas sur ce point, et m'en tiens à la première distinction que j'ai faite et qui me semble rentrer dans les termes de la question : Peut-il être utile d'affermier l'entretien proprement dit de la voie? Je réponds : non pour les lignes très fatiguées, oui pour les lignes secondaires, où la circulation et la vitesse sont modérées.

M. Piéron. Si M. Michel veut bien lire ce que je dis, dans mon rapport, de la dépense de main-d'œuvre, il verra que je m'exprime à peu près comme il vient de le faire.

M. Jules Michel. Nous sommes parfaitement d'accord, et la pratique de nos Administrations nous conduit forcément à la distinction que j'ai faite. Et même, au point de vue de la dépense, la Compagnie de l'Est français a fait, par son système, une économie qui n'est pas à dédaigner, si je suis bien renseigné.

Un membre. Nous avons beaucoup d'ouvriers. En confiant leur travail à un entrepreneur, nous avons réalisé de grandes économies.

M. Brière. Je n'avais pas l'intention de parler de la question de l'affermage. Cependant, puisqu'on en a dit un mot, je ferai connaître aussi mon opinion. Nous représentons un réseau très important, et il peut être bon pour nos collègues de savoir comment nous opérons.

Nous n'avons pas compris la question de l'affermage comme les précédents orateurs semblent l'avoir comprise. Affermage et entreprise sont deux choses distinctes. Je crains qu'il n'y ait, sur ce point, quelque confusion dans l'esprit de certaines personnes. Nous sommes, je pense, à peu près tous d'accord qu'il faut, le plus possible, confier à l'entreprise les travaux d'entretien courant. Mais les entrepreneurs ne sont pas des fermiers. C'est là une distinction que tout le monde ne semble pas apercevoir. Souvent, nous confions à l'entreprise des travaux de renou-

vement d'une certaine importance; mais ce n'est point là affermer l'entretien. Ce mot voudrait dire plutôt que l'on confie l'entretien de toute une section de 50, 100 kilomètres à un fermier, en lui disant : Vous serez substitué à la Compagnie; vous entretiendrez la voie et nous n'aurons plus qu'un rôle de surveillance. C'est ainsi, je pense, que l'a compris M. Piéron, et je crois qu'il était dans le vrai, en repoussant ce système.

Ici, au contraire, on parle de travaux à faire à l'entreprise, par opposition à ce qu'en France nous appelons la régie. Nous sommes tous d'accord pour dire qu'il ne faut pas affermer l'entretien dans ces conditions, c'est-à-dire dans le sens que j'attache à ce mot; et sur ce point, je crois être d'accord avec le rédacteur de l'exposé de la question.

M. Jules Michel. Sauf peut-être pour les lignes secondaires, comme les tramways à vapeur; pour celles-là, il est certain que l'affermage de l'entretien serait possible.

M. Brière. Il faut s'entendre sur le mot. La question est ainsi posée :

« Quel est le meilleur système d'entretien des voies au point de vue de l'économie et de la sécurité (affermage, primes au personnel, personnel auxiliaire, etc.)? »

Par ce mot affermage, j'ai compris qu'il s'agissait d'abandonner complètement l'entretien à une personnalité étrangère à la Compagnie. Je crois que nous sommes à peu près unanimes pour admettre que ce système est un peu théorique. J'ai appris par M. Bricka que cela existe quelque part en Allemagne; j'ignore si cela existe encore ailleurs.

M. Bricka. Oui, sur des lignes du Wurtemberg, de Bade et du Central suisse.

M. le Président. Pas précisément; il ne s'agit pas d'affermage absolu. M. Brière a parfaitement raison de dire qu'il n'admet pas cette substitution d'un entrepreneur à l'Administration elle-même; mais tel n'est pas le système du Central suisse. Il y a d'autres systèmes encore qui demanderaient à être étudiés avec soin.

M. Bricka. J'ai eu entre les mains le cahier des charges des marchés passés par le Central suisse : on n'y afferme pas l'entretien de la voie; cet entretien se fait par entreprise, par petites sections d'une dizaine de kilomètres. La Compagnie fournit les matériaux et on paye à l'entrepreneur la main-d'œuvre sur série de prix.

Voilà l'exemple que j'ai cité à M. Brière. Ce système est général dans le Wurtemberg, dans le duché de Bade et sur les lignes du Central suisse.

M. Brière. Il faut s'entendre. Si nous disons que l'affermage consiste dans des entreprises partielles, je n'ai plus à discuter la question : ce n'est pas ainsi que je la comprends. Mais si nous disons, par exemple, que l'affermage doit être entendu dans le sens de M. Bricka et que, dans ce sens, il est recommandable, je crois que nous étonnerons beaucoup d'ingénieurs.

Pour ma part, si je n'étais pas ici et si je lisais qu'on doit affermer l'entretien des lignes, il est bien certain que je serais fort étonné.

Mais s'il s'agit de remplacer le travail à la journée par l'élément de l'entreprise, ici je suis d'accord; je crois que, dans des limites plus ou moins étendues, il faut recourir à l'entreprise. Sur mon réseau, j'adjuge le renouvellement; je m'entends avec des entrepreneurs et je les fais concourir. Ce n'est point là de l'affermage; c'est de l'entreprise.

Laissons donc au mot affermage son sens ordinaire et disons que l'affermage est une mauvaise chose dans le sens français du mot. Y a-t-il quelqu'un qui soutienne le contraire?

Des voix. Non! non!

M. Brière. Alors, il n'y a plus qu'à dire que l'affermage n'est pas à recommander.

M. Jules Michel. Je maintiens, quant à moi, que si c'est une mauvaise chose pour les grandes lignes, il n'en est pas de même pour les réseaux secondaires de très peu d'importance.

Il n'y a qu'à voir dans quel état sont les voies sur lesquelles circulent des trains d'entrepreneurs de terrassements ou de ballastage : ils ne déraillent pas, et cependant l'entretien n'y est pas merveilleux. On peut donc admettre que, sur des lignes bien établies, on peut rester des mois sans y toucher.

M. Bricka. Eh bien, disons notre avis pour les grandes lignes; puis nous passerons aux petites.

M. von Leber. On n'est pas d'accord sur la signification du mot affermage. D'autre part, on ne peut citer une seule ligne où l'affermage tel que nous le comprenons ait réellement été introduit. Je serais donc d'avis de changer le mot et de ne parler que de l'entreprise.

M. Piéron. Votre rapporteur a dû examiner la question telle qu'elle était posée.

M. von Leber. Au Congrès de Bruxelles, on a quelquefois changé les termes des questions.

M. Siegler. L'affermage est l'entreprise de l'entretien moyennant un prix déterminé par kilomètre.

M. le Président. Nous sommes tous d'accord quant au fond. Il résulte des observations échangées que, pour les grandes lignes, l'affermage compris dans le sens indiqué par M. Brière — c'est-à-dire la substitution d'un entrepreneur à la Compagnie pour les travaux d'entretien — est un système mauvais et inadmissible.

Je crois que nous sommes tous d'accord sur ce premier point. (*Assentiment.*) Il nous restera donc à indiquer le sens du mot affermage, et c'est ce que nous ferons dans le résumé de nos débats.

Ce mode d'entretien étant écarté, voulez-vous, messieurs, discuter d'autres systèmes d'entreprises?

M. Piéron. Je me permets d'insister sur ce que j'ai dit dans mon exposé. Voici comment j'ai rédigé le § 4, traitant des dépenses de main-d'œuvre :

« Les dépenses de main-d'œuvre auxquelles donne lieu l'entretien d'une voie ferrée se rapportent à des objets assez différents. En dehors de la voie proprement dite, on doit pourvoir au maintien en bon état des accessoires de toute sorte : bâtiments, signaux, haies et clôtures. Il est, en général, assez facile de faire exécuter à la tâche tous ces travaux accessoires et d'obtenir ainsi, par la concurrence, l'économie la plus grande possible. Mais pour ce qui concerne la voie elle-même, la solution est beaucoup plus délicate. »

Cela répond à la pensée de M. Brière et, en partie, à celle de M. Jules Michel.

M. Bricka. Tout le monde est d'accord que ces travaux accessoires à la voie doivent, autant que possible, être exécutés par entreprise. Nous pourrions donc dire : « L'affermage, dans le sens normal du mot, est repoussé. La section croit qu'il y a lieu de recommander le mode de l'adjudication pour les travaux accessoires à la voie : taille des haies, etc. »

Il faut le plus possible recourir à l'entreprise, tant que cela est compatible avec la sécurité.

M. von Leber. Je suis tout à fait d'accord avec M. Bricka. Mais si vous employez le mot affermage, puisqu'il a donné lieu à discussion, il serait bon d'ajouter quelques mots qui ne laissent aucun doute sur le sens dans lequel ce mot est employé.

M. Siegler. On pourrait dire que c'est l'entretien à forfait.

M. von Leber. Mais cela n'implique pas la pensée de durée. Je comprends qu'on fasse exécuter à forfait un pont devant coûter 200,000 ou 300,000 francs. Mais affermage veut dire que l'on fera, pendant une année, par exemple, tel travail déterminé, pour une somme convenue.

M. Siegler. On pourrait énoncer également l'idée de temps.

M. Dietler (Suisse). J'ai quelques observations à présenter.

D'abord, pour ce qui concerne l'affermage et la signification à donner à ce mot, je dirai que, pour ma part, j'ai cru qu'il s'agissait d'examiner s'il valait mieux payer les ouvriers à la journée ou à la tâche. Maintenant, si l'on veut donner au mot affermage une autre signification et formuler une résolution d'après cette signification, il convient de se demander d'abord si l'affermage ainsi compris existe quelque part. J'avoue que je ne connais aucune ligne où l'affermage existe dans ce sens.

Des voix. Moi non plus.

M. Dietler. Alors, pourquoi nous occuper d'un système qui n'existe nulle part ? Tout ce que nous pourrions faire, ce serait donc de constater que ce mode d'entretien n'existe pas.

M. Piéron. C'est ce que j'ai dit dans mon exposé.

M. Dietler. Qu'il n'existe nulle part ?

M. Piéron. Non, que je ne connais point de lignes où il soit pratiqué.

M. Dietler. Autant que je le sache, chez nous, en Suisse, on a commencé à faire exécuter, par entreprise, certains travaux à la voie ; mais ce n'est pas le Central suisse qui a inauguré ce système ; il l'a trouvé en Allemagne, et particulièrement dans le Wurtemberg, où il est, je pense, pratiqué d'une manière assez générale. Je ne voudrais donc pas m'exposer à condamner une chose qui peut-être a produit ailleurs de bons résultats.

Des voix. Très bien!

M. Dietler. J'ai l'honneur de déposer sur le bureau une note sur ce sujet (voir annexe B); mais je crois bien faire en la résumant ici. Pour le Gothard, nous nous sommes également demandé s'il ne conviendrait pas de substituer le paiement à la tâche au paiement à la journée. Le résultat obtenu n'a pas offert une bien grande différence pour ce qui concerne l'entretien de la voie; mais nous n'avons pas réalisé l'économie à laquelle nous nous attendions. Or, s'il ne produit pas d'économie, ce système n'a évidemment pas de raison d'être.

Je dois dire, toutefois, que j'ignore le motif pour lequel nous n'avons pas obtenu d'économie. Peut-être est-ce parce que le système est encore d'application trop récente; peut-être est-ce parce qu'il n'est pas suffisamment bien appliqué.

Notre premier soin a été de choisir, pour les travaux d'entretien, des personnes qui connaissaient déjà le service de la voie; mais nous avons rencontré de la difficulté à trouver les hommes ayant les aptitudes voulues pour faire les travaux d'entretien à un prix fixe, et répondant aux exigences que je viens d'indiquer. Alors nous nous sommes adressés aux chefs d'équipe et leur avons demandé s'ils ne trouvaient point préférable d'entreprendre certains travaux à la tâche. Ainsi, nous avons tâché de nous entendre pour l'entreprise des travaux de régalinge de la voie. Quant aux prix, ils varient nécessairement suivant les conditions d'établissement de chaque section de voie. C'est ainsi que nous avons payé, par exemple, pour élever la voie de trois centimètres, 28 centimes par mètre courant sur une section et jusqu'à 50 centimes sur une autre. Nous sommes ainsi arrivés, pour les travaux de régalinge de la voie, à une dépense annuelle moyenne de 500, de 618, de 755 et de 763 francs par kilomètre, selon les sections remaniées. Les prix ont varié, par mètre courant, de 50 à 90 centimes, soit une moyenne de 70 centimes, tandis qu'en régie, le prix est de 45 centimes.

Nous avons essayé alors un autre système, qui répond à une partie de la question : je veux parler des primes accordées au personnel. Ici, nous avons obtenu de meilleurs résultats; sur une section de 14 kilomètres environ, le paiement à la tâche combiné avec des primes ne nous a occasionné qu'une dépense de 3,619 francs, tandis qu'avec l'ancien système, la dépense eût été de 4,351 francs. La prime a été de 25 p. c. de l'économie réalisée, c'est-à-dire 25 p. c. de la somme de 732 francs.

M. von Leber. Ce système ne s'applique, je suppose, qu'à la main-d'œuvre, et non au renouvellement et aux matériaux?

M. Dietler. Non, il n'y a que la main-d'œuvre : les matériaux et l'outillage sont fournis par la Compagnie.

M. von Leber. Cela diminue beaucoup l'importance de l'économie.

M. Dietler. Voici encore une considération générale sur les différents systèmes d'entretien et de surveillance de la voie.

Je crois que le système pratiqué en Allemagne diffère beaucoup de celui qui est usité en France. En Suisse, comme en Allemagne, le système pratiqué le plus généralement consiste à diviser la voie en cantonnements surveillés chacun par un chef d'équipe, lequel recourait à quelques ouvriers lorsqu'il y avait à faire des travaux d'une certaine importance. Le système français, au contraire, consiste plutôt à spécialiser le travail, à séparer l'entretien d'avec le gardiennage et à organiser séparément les deux services. Je crois que ce mode d'organisation du travail suivant sa nature doit présenter des avantages soit sous le rapport de l'économie, soit sous le rapport de la sécurité. Nous avons organisé l'entretien et la surveillance d'après ce principe sur notre ligne et nous avons eu la satisfaction de constater qu'en présence des résultats que nous avons obtenus, notre exemple a été suivi par d'autres chemins de fer suisses, qui jusqu'alors avaient pratiqué l'ancien système.

Pour la réfection, nous avons donné la préférence au système consistant à procéder par sections et à transporter ailleurs les traverses et les rails présentant des défauts, mais pouvant servir encore.

M. Brière. La discussion se trouve maintenant scindée, bien que les points à examiner n'offrent pas entre eux une bien grande divergence. C'est un peu l'inconvénient de toute discussion générale.

Je vous demande donc la permission, messieurs, de m'en tenir à deux ou trois points qui viennent d'être traités et sur lesquels il y a des renseignements utiles à connaître.

On vient de vous parler du système qui est pratiqué en France. Il ne faudrait pas croire cependant qu'il y ait là une grande unité : chaque Compagnie agit un peu autrement que les autres, notamment en ce qui concerne la séparation de la surveillance et de l'entretien. J'ai fait des recherches sur cette question; j'ai voulu savoir ce que faisaient mes voisins, pour introduire, s'il y avait lieu, quelques modifications dans mon service.

Il n'est pas tout à fait exact, comme vient de le dire M. Dietler, qu'en France la surveillance et l'entretien soient tout à fait séparés. Il en était ainsi à l'origine de

nos chemins de fer : dans presque toutes les Compagnies, ces deux services étaient confiés à des personnels différents. Il y avait sur les lignes ce qu'on appelait le garde; c'était l'agent de la surveillance. Il faisait des tournées pour s'assurer si la voie était en bon état et il faisait, en même temps, le menu entretien : serrage des éclisses, etc.

Il y avait aussi le garde de nuit, qui se bornait à circuler la nuit le long de la voie pour s'assurer si elle ne présentait rien d'anormal. Puis il y avait un personnel tout à fait distinct auquel on donnait le nom de poseur ou de cantonnier et qui était chargé, lui, de l'entretien proprement dit. Ces deux catégories d'agents, quoique distinctes, étaient cependant réunies sous la conduite d'un chef unique.

Peu à peu, ce système s'est transformé, et j'ai le droit d'affirmer qu'aujourd'hui, en France, sinon dans toutes les Compagnies, du moins dans la plupart, le personnel de la surveillance proprement dite tend à disparaître de la manière la plus complète. Il n'y a plus guère qu'une Compagnie, en France, qui ait un personnel spécial pour la surveillance.

L'expérience a prouvé que la surveillance proprement dite pouvait être limitée et qu'elle occasionnait une dépense excessive et tout à fait inutile. Aussi n'existe-t-elle plus que dans des conditions spéciales, sur des parties de lignes particulièrement dangereuses, soit à cause de leur tracé, soit à cause de la région qu'elles traversent, soit enfin à cause de l'importance de la circulation.

Il n'y a plus qu'un service d'entretien, qui assure, en même temps, la surveillance.

Généralement, l'entretien est confié, non pas à un cantonnier, mais à une équipe de 4, 5 ou 6 hommes, suivant les localités. Ces hommes n'ont pas chacun un canton spécial; ils forment, par section de 5 à 9 kilomètres, une brigade et sont chargées de l'entretien sous la direction d'un chef d'équipe. Voilà pour l'entretien.

J'ai dit que ce personnel assurait, en même temps, la surveillance. Voici le procédé qui est presque généralement adopté. Je donne naturellement ces explications pour les étrangers, et non pour mes collègues de France, qui les connaissent aussi bien que moi.

M. von Leber. Oui, oui; cela est fort intéressant pour nous, étrangers.

M. Brière. L'équipe a, je suppose, une section de 8 kilomètres, et nous avons beaucoup de passages à niveau qui, presque tous, sont gardés. On s'arrange de manière que, dans chaque équipe, il y ait un cantonnier logé à l'extrémité du

canton et même plutôt un peu au delà, de telle sorte que, comme chez nous, tous les hommes d'une équipe travaillent ensemble; ils parcourent la ligne en se rendant à l'endroit désigné la veille et procèdent ainsi, chemin faisant, au menu entretien : serrage des coins des rails à double champignon, serrage des boulons d'éclisses, tension des fils de disque, etc., ainsi qu'à la visite et au nettoyage des lieux d'aisance. De cette façon, la section est parcourue et visitée sur toute son étendue, autant que possible avant le passage du premier train. Il en est de même le soir, lorsque les hommes de l'équipe se dispersent et que le cantonnier parcourt de nouveau la ligne pour rentrer chez lui.

Nous sommes parvenus, par ce moyen, à réaliser des économies très considérables. Chacune des Compagnies qui étaient arrivées au même résultat par voie de transformation a pu, par comparaison, constater comme nous les avantages de ce système sur les anciens procédés.

Nous avons commencé par le système du gardiennage que j'appellerai à outrance; nous étions d'abord d'une prudence extrême, parce que nous pensions que la voie devait être surveillée je dirai avec rage. Nous avons donc, à chaque distance de 7 kilomètres environ, des gardes qui parcouraient leur section quatre fois par jour. Nous avons des gardes de nuit ayant des cantons de 14 kilomètres à peu près et qui parcouraient cette distance deux fois du soir au matin. C'est ce qu'on peut appeler la surveillance à outrance. Mais le jour où les recettes ont commencé à baisser et où il a fallu chercher à faire des économies, une des premières a été réalisée en diminuant cette surveillance exagérée et en supprimant toute surveillance spéciale. Il en est résulté la suppression immédiate de 800 agents, à 1,000 francs, soit une réduction de 800,000 francs. Voilà certes un chiffre intéressant, car il permet d'apprécier la différence entre une surveillance à outrance et la suppression absolue de toute surveillance spéciale, comme cela existe à peu près sur tous les réseaux.

Je n'entre pas dans plus de détails, car ils ne vous intéresseraient guère; je me borne à esquisser les traits généraux du système qui est pratiqué actuellement par la généralité des Compagnies françaises.

M. Lebon. N'en est-il résulté aucun inconvénient?

M. Brière. J'avoue que, sur certains points, nous avons jugé nécessaire de conserver quelques gardiens, soit près des courbes d'un faible rayon, soit aux abords des bifurcations, partout enfin où la sécurité le commandait. Nous ne croyons pas que, dans ces conditions, aucun inconvénient puisse en résulter.

M. Piéron. M. Brière a dit tout à l'heure que les chefs d'équipe parcourent leur section autant que possible avant le passage du premier train. Nous cherchons, quant à nous, à nous affranchir de cette obligation, qu'il est extrêmement difficile de remplir.

M. Bricka. D'autant plus que là où existe un service de nuit, il serait malaisé de dire quel est le premier train.

M. Piéron. Nous ne croyons pas qu'il y ait grande nécessité à ce que cette visite se fasse avant le passage du premier train; et elle entraîne une perte de temps, se traduisant en argent, qu'il est important d'éviter surtout quand il s'agit des lignes à faible trafic.

M. Brière. La disposition n'est pas réglementaire.

M. Piéron. Elle l'est chez nous, et, je le répète, nous cherchons à nous en affranchir. Je craindrais que, si la section se prononçait dans le sens indiqué par M. Brière, nous n'eussions quelque difficulté à obtenir l'extension d'une dispense qui nous est absolument indispensable.

M. Bricka. Sur notre réseau, la surveillance par les poseurs se fait au moment où ils se rendent au travail, et nous n'avons jamais constaté aucun inconvénient. J'ajoute que, lorsque j'ai constaté chez certains chefs de section une tendance à avancer l'heure de la tournée du matin pour qu'elle pût être faite avant le passage du premier train, j'ai interdit formellement cette mesure, qui surmène les agents et rend impossible leur utilisation à la brigade.

M. de Sytenko. Et les passages à niveau, par qui sont-ils surveillés?

M. Brière. Sur notre réseau, c'est par des femmes d'agents, logées avec eux dans les maisonnettes placées à proximité de ces passages à niveau.

M. Piéron. Ce n'est pas toujours par des femmes.

M. Brière. C'est bien évident; mais, en général, les maisonnettes sont habitées par un agent de la voie, et s'il est marié, c'est sa femme qui, pendant qu'il est au travail, fait le service de la barrière. La gratuité du logement lui tient lieu de salaire pour le service qu'elle rend.

Maintenant, il est bien évident que si, sur une section, il y a plus de passages à niveau que de poseurs, il faut bien en confier la garde à d'autres agents; mais je

puis affirmer que, dans quatre-vingt-quinze cas sur cent, les barrières sont surveillées par des femmes d'ouvriers de la voie.

M. Piéron. J'ai constaté un fait assez curieux : un ingénieur, en organisant son personnel, s'était dit : J'ai tant de maisonnettes, donc, il me faut autant de gardes et par suite autant de cantonniers.

M. Brière. Eh bien, c'était un imbécile. (*Hilarité.*) Je puis bien le dire, puisqu'on ne l'a pas nommé.

Qu'il me soit permis, messieurs, de présenter encore quelques observations.

D'abord, sur cette question de l'affermage, il serait bon d'adopter une rédaction que je viens de crayonner et qui me semble exprimer assez exactement l'opinion générale de la section. La voici : « 1° Si, par affermage, on entend l'entretien « par un entrepreneur auquel on confie l'entretien total de la ligne moyennant un « prix kilométrique... » C'est bien là l'affermage...

M. Piéron. C'est l'affermage à forfait.

M. Brière. Je ne le comprends pas autrement. Je reprends ma rédaction : « ...moyennant un prix kilométrique annuel, la section ne peut qu'émettre un « avis défavorable à l'adoption de ce système. Mais elle pense qu'il est dési- « rable de substituer, autant que possible, le travail à la tâche au travail à la « journée. »

Tel est bien, je pense, le reflet de l'opinion de la section.

Maintenant, un mot encore sur la question du mode d'entretien par revision générale.

M. von Leber. Voulez-vous me permettre un mot ? J'ai écouté avec beaucoup d'intérêt ce que vous avez dit sur le mode d'entretien des voies pratiqué en France. Mais avez-vous encore en France des barrières qu'on manœuvre au moyen de câbles tendus ?

M. Brière. Certainement.

M. von Leber. On m'a dit qu'il n'y en avait plus.

M. Brière. C'est une erreur. Autrefois, les Compagnies de chemins de fer ne connaissaient pas la manœuvre des barrières à distance. Mais à une époque qui doit remonter à 1866 ou 1868, la Compagnie de l'Est, à l'imitation de celles de l'Allemagne, avec lesquelles elle est en contact permanent, a introduit le

système des manœuvres à bascule. Elle ne l'a fait, toutefois, qu'avec beaucoup de timidité, et la question est restée en suspens pendant assez longtemps. Quelques Compagnies se sont refusées, d'une manière absolue, à adopter ce système; d'autres ont transigé et ont cédé, mais dans une faible mesure. Mais quand, plus tard, il s'est créé, en France, un grand nombre de petites Compagnies obligées de restreindre autant que possible leur capital de premier établissement, elles ont supprimé un grand nombre de maisonnettes aux passages à niveau. Elles y trouvaient une grande économie, non pas tant au point de vue de l'établissement de la voie que parce que cela diminuait beaucoup les indemnités à payer pour acquisition de terrains, et l'on sait qu'en France elles sont considérables. De là la nécessité d'opérer à distance la manœuvre des barrières aux passages à niveau.

Un membre. Mais ne peut-on pas diminuer le nombre des passages à niveau?

M. Brière. Quand on se trouve en présence de la nécessité d'établir un passage, plusieurs solutions peuvent être adoptées : établir une communication supérieure, inférieure ou à niveau.

M. Derote (Belgique). On peut aussi détourner le chemin.

M. Brière. Ou bien supprimer le chemin et le reporter à un autre endroit du chemin de fer. Il y a donc là plusieurs solutions entre lesquelles on peut choisir et dont il faut peser les conséquences au point de vue de la dépense : dépense de premier établissement; indemnité à payer aux propriétaires auxquels on impose un allongement de parcours; dépense permanente de gardiennage, etc. Si l'on pouvait multiplier à l'infini les passages à niveau, on n'aurait plus d'indemnités à payer aux propriétaires riverains. Il y a là deux intérêts qui se compensent, et les petites Compagnies les ont mis d'accord en multipliant, avec l'autorisation du gouvernement, les passages à niveau.

Quand, plus tard, à la suite de diverses circonstances, le gouvernement a été amené à construire de nombreuses lignes, sachant qu'il ne les exploiterait pas, il s'est naturellement appliqué à diminuer les frais de premier établissement, dût-il grever un peu plus les frais d'exploitation, qui ne devaient pas être à sa charge. Ses ingénieurs ont multiplié outre mesure les passages à niveau et on a été amené, pour réduire les dépenses, à en faire manœuvrer le plus grand nombre à distance.

M. von Leber. On a parlé de la manœuvre des barrières par des femmes : cela est-il possible ?

M. Brière. Certainement ; les femmes les manœuvrent très bien. Le travail est quelquefois pénible quand la barrière est un peu loin de l'appareil ; mais on obvie à cet inconvénient au moyen de leviers et même de treuils faciles à manier.

M. von Leber. Excusez ma curiosité, mais j'ai le plus grand intérêt à savoir ce qui se passe à l'étranger, et vos renseignements sont des plus intéressants. Quand vous avez commencé à établir vos barrières à distance, que nous avons couramment en Autriche, n'avez-vous pas introduit, du moins sur les petites lignes, le système américain, consistant à placer simplement aux passages à niveau un écriteau portant : « Prenez garde au train » ?

Au début, ce système a paru fort dangereux chez nous ; mais peu à peu, la population s'est habituée à devenir prudente.

M. Piéron. Je demande la permission de rappeler ce que j'ai dit du passage à niveau dans mon exposé. Voici comment je me suis exprimé :

« Le régime des passages à niveau est très variable, même dans un seul pays, selon l'importance des lignes ou des voies considérées. Tantôt un garde, homme ou femme, y reste en permanence, maintenant les barrières normalement ouvertes et les fermant à l'approche des trains ; tantôt le garde, vaquant à d'autres soins, tient les barrières fermées et ne les ouvre que pour donner passage aux voitures qui se présentent ; ici, des barrières à bascule manœuvrées à distance sont appliquées à des passages d'importance secondaire ; là, enfin, les barrières sont absentes et le public passe sous sa responsabilité. On peut désirer voir ce dernier type se répandre autant que possible. »

Nous pouvons, je pense, adopter une conclusion dans ce sens.

M. Lévi-Alvarès (Espagne). J'appuie énergiquement l'opinion énoncée par M. Brière sur l'inutilité d'un service spécial de surveillance des lignes, en me basant sur des exemples bien connus de plusieurs de nos collègues.

Les gardes-ligne spéciaux sont, le plus souvent, impuissants à prévenir des accidents, en dehors des points dits *dangereux*, où des éboulements, par exemple, sont à redouter.

S'il s'agit d'un accident fortuit, comme une rupture de rail ou encore le détachement subit d'un bloc d'une tranchée, il est bien rare qu'il se produise précisément

dans l'intervalle du passage d'un train et de celui du garde chargé de la surveillance d'un certain nombre de kilomètres de la ligne.

Si l'accident a pour cause la malveillance ou bien une vengeance personnelle, l'expérience prouve que le criminel qui commet l'attentat s'arrange toujours de manière à choisir le moment favorable, après le passage du garde-ligne, ou à empêcher son intervention par un moyen quelconque, plus ou moins violent. On a même vu des criminels obliger le garde-ligne à faire le signal de voie libre pour assurer la réussite de leur coupable machination !

Si, enfin, c'est le vol qui est le mobile du crime, oh ! alors, l'intervention du garde-ligne est plus dangereuse encore qu'utile, car les malfaiteurs l'obligent à faire le signal d'arrêt (surtout la nuit) pour assaillir plus à leur aise le train qu'ils veulent dévaliser.

Ces considérations plaident bien en faveur de la suppression d'un service spécial *de surveillance*, toujours onéreux et que la section, je pense, se plaira à reconnaître inefficace et superflu.

L'inspection sommaire de l'état de la voie, faite par les ouvriers de chaque brigade d'entretien se rendant à leur travail, est certainement suffisante.

M. le Président. Je crois, messieurs, que la discussion est épuisée sur la question de la surveillance et que nous pouvons passer maintenant à celle de l'entretien.

M. Pogrebinsky (Russie). L'entretien, en Russie, se fait toujours en régie. Le remplacement des traverses s'opère à la tâche ou à la journée, et si les sections de remplacement sont considérables, on ajoute aux cantonniers des ouvriers payés à la journée; tous ces ouvriers sont réunis en brigades sous la direction d'un chef-cantonnier.

Nous n'avons pas, en Russie, d'affermage de l'entretien de la voie à un entrepreneur moyennant un prix kilométrique. Quant à la surveillance, elle se fait au moyen des gardes-ligne, dont l'effectif est calculé à raison d'un homme par 2 verstes pour la voie double et par 3 verstes pour la voie simple. Conformément au dernier règlement, le parcours d'un garde-ligne est de 18 verstes (ce qui équivaut à peu près à 18 kilomètres). La distance parcourue dépend du nombre des trains qui circulent sur la ligne considérée : ainsi, pour quatre trains et moins, le garde-ligne est obligé de faire deux fois la revision de la ligne, et pour trois trains de plus, une revision de plus. Ainsi, en admettant le maximum de parcours de 18 verstes, le nombre des trains sur la section étant connu, on détermine la distance qui doit être parcourue par chaque garde-ligne.

S'il y a un service de nuit comprenant plus d'un train de voyageurs et deux trains de marchandises, la revision de la ligne pendant la nuit est obligatoire. Le garde-ligne a pour tâche aussi de consolider les boulons, de fixer les crampons et de s'assurer s'il n'y a pas de rails cassés à remplacer.

Sur les lignes secondaires, où il y a peu de mouvement, — pas plus de quatre trains par jour, — les deux revisions peuvent se faire par le chef-cantonnier.

Afin de s'assurer si le garde-ligne parcourt sa section, on a établi différents systèmes de contrôle; celui qu'on pratique sur beaucoup de lignes russes est le système nommé Grinivietzky, d'après le nom de l'inventeur. Il consiste à transporter des billets marqués de numéros correspondant aux parcours des gardes-ligne; ces billets sont transmis d'un garde-ligne à l'autre et sont mis dans une boîte placée à l'autre extrémité du district.

Un mot encore. Sur certains chemins de fer, il existe un système de sonneries pour avertir de l'arrivée des trains. Ces sonneries me semblent assez inutiles, attendu que le passage des trains réguliers a toujours lieu à des heures connues; par conséquent, les agents de la voie et les gardiens des passages à niveau savent quand ils doivent se trouver à leur poste.

M. von Leber. Il faut distinguer entre les sonneries et les cloches.

M. de Sytenko. Les sonneries peuvent être utiles en cas de retard dans le passage des trains. Sans cet avertissement, les passages à niveau peuvent rester ouverts au moment où arrive un train en retard, et de graves accidents peuvent en résulter.

M. Piéron. Un passage à niveau non surveillé offre moins de danger qu'un autre, attendu que le public s'habitue alors à ne pas confier à autrui le soin de sa préservation personnelle.

M. de Sytenko. Je demande à dire encore un mot sur la question de la surveillance.

M. le rapporteur a parlé de trois modes d'organisation du service des passages à niveau : le passage gardé, le passage ayant une barrière à bascule, manœuvré à distance, et le passage non gardé, où le public passe à ses risques et périls. Sa conclusion revient à dire que chacun doit se garder soi-même : « Il est fâcheux, dit-il, que l'on se croie sous la tutelle d'un agent chargé de prévenir ceux qui commettraient quelque imprudence. »

Hier soir, messieurs, vous avez pu remarquer qu'aux abords de la préfecture,

la voie était gardée par des policemen, placés là précisément pour empêcher l'encombrement et faciliter la circulation. Est-ce à dire que nous fussions sous la tutelle de ces policemen ? En aucune façon. Le rôle de ces agents me rappelle les mesures à prendre aux passages à niveau : il est évident qu'elles doivent être tout autres dans les localités où la population offre une grande densité que dans celles où la circulation est nulle la plupart du temps. C'est ainsi que, dans les pays du nord de l'Europe, en Suède, en Norvège, il n'y a jamais de gardiens aux passages à niveau ; il en est de même sur de nombreuses sections des chemins de fer américains ; mais partout où la population est assez grande, on a dû, là comme ailleurs, prendre certaines précautions, telles, par exemple, que l'apposition de placards avertissant le public qu'il ait à prendre garde. On y a recours aussi à un autre moyen, consistant à placer des cloches d'avertissement sur les locomotives, pour prévenir de l'arrivée du train. Le public s'habitue ainsi à veiller à sa propre préservation.

Il n'est pas possible d'établir des règles uniformes pour la surveillance des passages à niveau ; tout dépend de la densité plus ou moins grande de la population, laquelle rend nécessaires ou superflues les mesures destinées à assurer la sécurité publique.

La multiplicité des signaux offre plus d'inconvénients que d'avantages pour le public. Les cloches placées sur les lignes ont pour but de faire connaître qu'un train est parti d'une station, et le public peut calculer le temps qu'il mettra pour arriver à la station voisine ; mais sur les lignes à circulation active, le jeu des cloches est si fréquent que, s'il fallait chaque fois fermer les barrières, la circulation serait à chaque instant interrompue. A mon avis, les signaux ne devraient servir qu'à prévenir qu'un train est en retard, afin que le public, ainsi averti, puisse agir en conséquence. Si un train est arrêté pour un motif quelconque, il suffit qu'à l'instant même le chef-garde, le chef d'équipe ou le machiniste, place des signaux à l'avant et à l'arrière du train et entre en communication télégraphique avec les gares voisines, pour que l'on sache immédiatement sur toute la ligne ce qui est arrivé et pour que l'on prenne des mesures en conséquence, en vue de prévenir des accidents et de porter secours s'il y a lieu. Ce procédé est parfaitement simple et dispense les Compagnies de s'imposer les dépenses assez considérables de gardiennage de tous les passages à niveau.

La question me paraît assez importante pour mériter d'être mûrement étudiée et de paraître devant un prochain Congrès. Je la soulève aujourd'hui parce que nous avons acquis la preuve que jusqu'à présent il n'a pas été fourni, dans

nos deux premiers Congrès, de données suffisantes pour la résoudre. En la posant maintenant, il est permis d'espérer que, pour le prochain Congrès, chacun de nous l'étudiera et pourra recueillir des renseignements assez complets pour la résoudre.

M. Bricka. Je suis grand partisan de la suppression des barrières aux passages à niveau. Toutefois, il serait, je pense, peut-être imprudent de poser la question dans des termes aussi absolus que l'a fait mon ami M. Piéron, en disant qu'elles constituent plutôt un danger qu'une sécurité. J'ai constaté avec plaisir qu'à propos des chemins de fer économiques, la grande majorité des membres du Congrès paraissaient favorables à l'idée d'une réglementation très large en ce qui concerne les passages à niveau. Néanmoins, il serait, je le répète, peut-être imprudent d'aller trop loin, et je crois qu'il serait difficile de supprimer le gardiennage sur les lignes très fréquentées. Il y a là une question d'espèces dont il faut tenir grand compte.

On devrait donc poser la question d'une manière moins générale et dire qu'il faut tenir compte des considérations de circulation plus ou moins fréquente et plus ou moins rapide des trains.

Hier, à propos des chemins de fer économiques, un membre a vivement insisté sur la nécessité de limiter la vitesse des trains sur les lignes où le passage pourrait être laissé libre. Je tiens à faire remarquer que cette limitation pourrait offrir des inconvénients à différents points de vue. D'abord, il est certain que, pour les passages à niveau, la vitesse n'est qu'un des éléments de la question. Il y en a un autre plus important : c'est la position du passage à niveau lui-même selon qu'il est établi en courbe ou en ligne droite. Un autre inconvénient de la limitation de la vitesse, c'est que si l'on décide que le passage sera libre sur les lignes où l'on marchera à une vitesse de 40 ou 45 kilomètres au maximum, il en résultera qu'une fois qu'on aura établi des passages non gardés sur ces lignes, cette absence de gardiennage sera un obstacle à ce qu'on améliore le service en accélérant la vitesse.

Nous avons, au réseau de l'État français, repris un grand nombre de lignes qui avaient été construites comme chemins de fer secondaires, et nous nous sommes immédiatement préoccupés d'augmenter la vitesse des trains, pour donner au public une satisfaction très appréciée. C'est ainsi que, sur des lignes où il y avait beaucoup de passages à niveau non gardés, nous avons fait marcher les trains à la vitesse normale de 60 kilomètres et ils atteignent parfois une vitesse réelle de 70 et 80 kilomètres.

Je n'ai pas fait le relevé des accidents, mais je ne crois pas qu'il y en ait eu plus qu'avec des barrières gardées. Dans tous les cas, la différence n'a pas été grande.

D'un autre côté, nous avons pu améliorer énormément le service en portant la circulation de 35 à 40 kilomètres à 60 kilomètres et plus. Nous avons reçu, l'an dernier, des observations à ce sujet, mais je crois que nous finirons par obtenir gain de cause, et qu'on se décidera à reconnaître qu'une limitation de la vitesse des trains constituerait une entrave très grande à une bonne exploitation des lignes secondaires.

Encore un mot en réponse à M. Brière, au sujet des passages à niveau gardés à distance.

Nous avons des lignes où il y en a jusqu'à trois par kilomètre. Il a bien fallu organiser le service comme nous avons pu, et, comme le service du contrôle nous poussait vivement au gardiennage, nous avons muni d'appareils à distance le plus grand nombre des passages à niveau. On ne peut pas dire que les passages à niveau manœuvrés à distance soient plus dangereux que les passages libres, surtout lorsque, comme nous l'avons fait, les barrières sont normalement fermées.

M. Agnellet. Sur le réseau du Nord français, on tient ces barrières normalement ouvertes, en vertu d'une prescription ministérielle, et on les ferme seulement quand un train est annoncé par sonnerie.

M. Bricka. Quoi qu'il en soit, je crois que la fermeture de la barrière est une garantie de sécurité.

M. Agnellet. Sur le réseau du Nord, les barrières à bascule ne sont employées couramment que sur les lignes secondaires.

M. Bricka. Je crois, en résumé, que la suppression du gardiennage aux passages à niveau n'offre pas de danger, mais qu'il n'y a pas de règle fixe à établir en cette matière.

M. Brière. Nous avons, sur notre réseau, un point tout particulier, que nous appelons la traversée de Nantes, où le chemin de fer est établi le long des quais sur une longueur de 5 kilomètres environ, parallèlement à la rue qui forme le port. La circulation des voitures y étant très fréquente, on y a établi des clôtures longitudinales; mais comme le chemin de fer est à l'intérieur de la ville,

il a fallu ouvrir des passages à niveau à chaque distance d'environ 40 mètres et placer à chacun d'eux un gardien. Normalement, ces passages sont toujours ouverts; on ferme les barrières seulement quand arrive un train. Malgré toutes les précautions qui sont prises, nous avons à déplorer fréquemment la mort d'un de nos hommes; jamais il n'arrive d'accident au public.

M. Piéron. J'ai signalé hier, en séance plénière, ce fait qu'il y a, entre Lille et Roubaix, une ligne de tramway à vapeur très fréquentée, où il y a trois trains par heure dans chaque sens, marchant à la vitesse de 40 kilomètres par heure; elle est établie sur l'accotement d'une route très fréquentée, constituant un passage à niveau continu sur une longueur de 12 kilomètres.

M. Brière. Il y a eu à Paris des tramways à vapeur; mais cela n'a aucun rapport avec la question des passages à niveau établis sur les chemins de fer. Je n'ai pas voulu protester hier, mais je ne partage nullement votre opinion.

M. Piéron. Je crois, dans tous les cas, tout en gardant mon opinion (ce dont je vous demande bien pardon), qu'il est toujours intéressant de faire une restriction au point de vue du gardiennage des passages à niveau.

M. Brière. D'accord.

M. Piéron. Personne ne peut empêcher ceux qui le désirent de conserver le gardiennage, mais au moins nous aurons plus de liberté; qui peut le plus peut le moins.

M. Brière. Nous sommes d'accord; personne ne demande l'interdiction.

M. Piéron. Quant à la question de limitation de la vitesse, voici pourquoi j'ai protesté. Nous avons des trains tramways dont la vitesse atteint de 50 à 60 kilomètres par heure; la vitesse tend à s'accroître sans cesse, parce qu'on augmente le nombre et la durée des arrêts et qu'on cherche à regagner le temps qu'on y consacre. Dans ces conditions, il importe de rencontrer le moins d'entraves possible quant aux passages à niveau. Ceux qui trouveront trop grande la latitude seront toujours libres de la restreindre eux-mêmes.

M. Lévi-Alvarès. A l'appui de l'opinion de M. Piéron, on peut dire que le gardiennage doit être en proportion, non de la vitesse des trains, mais de la fréquentation de la ligne. Nous avons, en Espagne, beaucoup de lignes sur lesquelles ne passent que deux ou trois trains par jour et où l'on oblige à garder les passages

à niveau. Quand, imbu des idées nouvelles, on renoncera à imposer cette obligation, faudra-t-il donc qu'on limite la vitesse au-dessous de 40 kilomètres, alors qu'avec un si petit nombre de trains, il est à peu près impossible que des accidents se produisent sur ces lignes ?

M. le Président. Voici, messieurs, la rédaction que M. Brière a fait parvenir au bureau sur la question de l'affermage, et à laquelle je n'ai changé qu'un mot :

« 1° Si, par affermage, on entend l'intervention d'un entrepreneur auquel on confie l'entretien total de la ligne moyennant un prix annuel kilométrique total, la section ne peut qu'émettre un avis défavorable à l'adoption de ce système. Mais elle pense qu'il est désirable de substituer, autant que possible, le travail à la tâche au travail à la journée. »

— Cette rédaction est adoptée.

M. Piéron. Sur la question des passages à niveau, je propose la résolution suivante :

« 2° Il y a intérêt à simplifier, autant que possible, le gardiennage des passages à niveau et même à le supprimer partout où les circonstances le permettent. »

M. Derote. Est-il bien nécessaire de conclure sur cette délicate question ? Un des orateurs que nous avons entendus tout à l'heure disait : « Tel est l'avis des Compagnies exploitantes. » Mais à côté d'elles il y a ici des représentants de gouvernements, et ceux-là envisagent la question à un point de vue quelque peu différent.

Un membre. C'est très juste.

M. Bricka. Il semble utile cependant de constater qu'il y a aujourd'hui, parmi les ingénieurs de chemins de fer, un courant beaucoup plus libéral qu'il y a quelques années, en ce qui concerne les passages à niveau. Autrefois, on considérait le gardiennage comme une nécessité absolue. Depuis lors, les idées se sont certainement modifiées d'une manière très marquée. N'est-il pas intéressant et utile que le Congrès le constate ? Je le crois d'autant plus, pour ma part, que l'administration supérieure a généralement une tendance à une réglementation excessive et qu'il est bon qu'elle connaisse les modifications qui se sont opérées dans les idées sur la question des passages à niveau.

M. von Leber. Je crois qu'on pourrait, sans inconvénient, adopter la rédaction

de M. Piéron, en y ajoutant un mot pour indiquer l'influence des circonstances locales.

M. Derote. J'ai tout à l'heure proposé la question préalable. J'estime qu'il n'y a pas lieu d'adopter une conclusion sur la question du gardiennage des passages à niveau, et je base mon opinion sur ce que cette question, comme on la pose maintenant, ne me semble pas rentrer dans les termes de la question telle qu'elle est libellée au programme de nos délibérations.

M. Dietler. Je suis d'un avis tout à fait opposé à celui de M. Derote; il est fort important, selon moi, que nous constations ici l'accord qui s'est établi entre nous sur les questions débattues, et j'ajoute que cela me paraît nécessaire même dans l'intérêt des États. Il ne faut pas considérer la question seulement au point de vue économique, il faut l'envisager encore et surtout au point de vue de l'intérêt général; car il est bien certain que si nous dépensons de l'argent pour des choses superflues, nous ne pourrions pas l'employer à des choses utiles à tous. (*Très bien!*) J'ai toujours combattu ce qu'on a appelé aujourd'hui la surveillance à outrance, parce que plus nous consacrons d'argent à des dépenses inutiles, moins nous pouvons en dépenser pour des améliorations réclamées dans l'intérêt de la sécurité publique. (*Très bien!*)

C'est pourquoi j'attache une grande importance à ce que notre opinion soit connue; c'est pour dire hautement ce que nous pensons que nous sommes ici. Je demande donc que nous soyons appelés à nous prononcer sur une formule qui embrasse tout à la fois les passages à niveau et la surveillance de la voie.

M. Piéron. Voici la rédaction que j'ai l'honneur de proposer :

« 3° Le régime des passages est très variable, même dans un seul pays, selon
« l'importance des lignes et des voies considérées. Tantôt un garde — homme
« ou femme — y reste en permanence, maintenant les barrières normalement
« ouvertes et les fermant à l'approche des trains; tantôt le garde, vaquant à
« d'autres soins, tient les barrières fermées et ne les ouvre que pour donner
« passage aux voitures qui se présentent; ici, des barrières à bascule manœuvrées
« à distance sont appliquées à des passages d'importance secondaire; là, enfin,
« les barrières sont absentes et le public passe sous sa responsabilité.

« On peut désirer voir ce dernier type se répandre autant *qu'il reste compatible avec les circonstances locales.* »

J'ajoute ces derniers mots pour satisfaire à l'observation de M. von Leber.

M. le Président. M. Derote a posé la question préalable, mais je crois devoir lui faire remarquer que l'expression « entretien des voies », qui sert de titre à la question posée, est mise en connexité avec les conditions de « sécurité » et doit comprendre dès lors les passages à niveau comme parties de la voie soumises à la surveillance. La section ne s'écarte donc pas de la question posée en se prononçant sur ce point spécial.

M. Derote. Si l'expression « entretien des voies » doit être ainsi comprise, je retire ma motion de question préalable.

M. le Président. Je mets aux voix la rédaction proposée par M. Piéron.

M. Derote. Ne faudrait-il pas y introduire le mot « vitesse » ?

M. Brière. Non, surtout si on la considérait comme un élément prédominant. Sans doute, la vitesse est un élément à considérer, mais ce n'est pas le plus important, et s'il en est parlé, il faudra nécessairement signaler d'autres éléments plus importants encore. Je crois donc que nous ferons bien de nous en tenir à la formule qui nous est proposée, et sur laquelle il me semble que nous pouvons nous mettre d'accord.

M. Piéron. Je ferai remarquer que si l'Administration belge veut repousser les propositions qui pourront lui être faites dans le sens que je viens d'indiquer, elle en sera toujours libre.

M. Derote. Mon but était d'éviter, dans la mesure du possible, que, comme je l'ai vu hier, la même discussion se reproduisît en séance plénière. C'est pourquoi il eût été désirable, je pense, d'introduire le mot « vitesse » dans la conclusion.

M. Piéron. Remarquez que nous disons : « Autant qu'il reste compatible avec les circonstances locales. »

M. Derote. Si cette expression répond à mon objection, je n'ai plus d'observation à présenter.

M. von Leber. Voici pourquoi j'ai proposé d'ajouter ces derniers mots. Chez nous, il y a beaucoup de passages libres sur des chemins de fer d'intérêt local. Or, la vitesse est plus ou moins limitée par cela même que le chemin de fer est simplement d'intérêt local.

M. Brière. Je répète que la vitesse n'est pas le seul élément à considérer.

Aujourd'hui que les mailles du réseau se resserrent de plus en plus, il faut parfois marcher très vite pour assurer le service des correspondances. Il est vrai qu'il y a certains trains rapides dans lesquels il n'y a personne. (*Hilarité.*) Mais enfin, les lignes sont établies, et il faut bien que le service s'y fasse. Or, nous sommes serrés aux deux extrémités par les exigences des correspondances postales, et il faut marcher souvent à 60 kilomètres, même sans qu'il y ait personne dans le train.

M. von Leber. C'est un élément de la question dont il faut tenir compte suivant les conditions locales.

M. le Président. Je crois que nous sommes d'accord sur la rédaction proposée. (*Oui! oui!*)

M. Brière. Il est entendu, je pense, qu'on n'introduira pas le mot « vitesse » dans la rédaction.

M. Piéron. Parfaitement; cet élément est compris dans l'expression « circonstances locales ».

— La rédaction proposée est adoptée.

M. le Président. Il y a aussi la question de surveillance. Si j'ai bien compris, on est d'accord qu'en cette matière, il faut se garder d'en revenir à ce qu'on a appelé la surveillance à outrance, et que deux parcours de la ligne par jour sont bien suffisants.

M. Brière. Il ne faudrait pas préciser, ce serait dangereux. Je propose la rédaction suivante :

« 3° L'organisation d'un service spécial de surveillance ne paraît pas indispensable pour assurer la sécurité. » J'emploie à dessein le mot « spécial » : il faut de la surveillance, mais il ne faut pas de service spécial.

M. le Président. Nous avons certaines parties de ligne qui demandent à être surveillées de très près. Sur plusieurs sections du Jura-Berne-Lucerne, nous faisons la première visite de la ligne avec une draisienne, parce que c'est le seul moyen d'obliger les agents à voir les obstacles qui peuvent se trouver sur la voie.

Il est évident que toute partie dangereuse d'une voie doit être surveillée. Tout en étant d'accord avec M. Brière, je crains que sa rédaction ne prête à équivoque.

M. Brière. On pourrait dire : « Sauf dans des cas spéciaux, l'organisation... », etc.

M. Derote. Ne suffirait-il pas de dire : « L'organisation d'un service spécial de surveillance n'est généralement pas nécessaire... » ?

M. von Leber. « Indispensable » vaudrait mieux que « nécessaire ».

M. Dietler. Je suis complètement d'accord avec M. Brière; mais la rédaction qu'il a proposée m'a fait la même impression qu'à M. le Président; c'est-à-dire qu'elle pourrait prêter à équivoque et même être interprétée dans un sens absolument contraire à notre intention. On pourra nous dire : « Nous ne demandons pas que vous organisiez un service spécial; nous consentons à ce que la surveillance se fasse par les hommes en même temps chargés de l'entretien; mais nous insistons pour que la ligne soit parcourue tel nombre de fois par jour. »

A mon avis, il faut d'abord écarter les cas spéciaux; il peut y avoir certaines situations qui exigent une surveillance presque constante. Ce sont là des cas exceptionnels qui ne peuvent être discutés ici.

J'ai appris avec satisfaction qu'en France, on était d'avis qu'une inspection par jour était suffisante en général. C'est ce qu'il faudrait dire, parce que chez nous on croit que cela ne suffit pas, et nous avons des parties de ligne où il y a jusqu'à cinq inspections par jour dans les deux sens. C'est ainsi qu'on en est venu à introduire l'usage du véloce, dont a parlé M. le Président. Tout cela coûte beaucoup d'argent, peut-être dépensé inutilement. L'essentiel serait de dire quel nombre d'inspections par jour est considéré comme suffisant.

M. Bricka. Je proposerai la rédaction suivante :

« 3° L'expérience faite sur un certain nombre de réseaux importants a montré que, sauf dans des cas exceptionnels, la surveillance de la voie peut être assurée par les équipes d'ouvriers chargés de l'entretien de la ligne, sans qu'il soit besoin de gardes spéciaux; et il est constaté qu'il y a une tendance générale à réduire le nombre des tournées. »

M. le Président. Voici une autre rédaction qui est proposée :

« 3° Une organisation séparée pour la surveillance de la voie n'est pas nécessaire. Sur la plupart des lignes, cette surveillance peut être faite par le personnel de l'entretien. Une exception est, toutefois, admissible pour des tronçons

« spécialement dangereux au point de vue de la stabilité des accotements de la voie. »

M. Brière. Tout le monde est d'accord que, sur les points dangereux, il faut une surveillance spéciale.

M. von Leber. Il ne faut pas parler des accotements, parce qu'il peut y avoir du danger autrement qu'au point de vue de la stabilité des accotements. Il suffit de dire : « sur des points spécialement dangereux ».

M. Siegler. Il faut parler aussi de la question des cantonniers.

M. von Leber. Nous ne sommes pas d'accord sur leur suppression totale.

M. Derote. Non, mais il y a une tendance à en réduire le nombre.

M. le Président. On pourrait dire : « La surveillance de la voie et des tournées périodiques régulières ne sont pas nécessaires. »

M. Bernard (Belgique). On concilierait, je pense, toutes les opinions en disant : « Cette surveillance peut être faite par les ouvriers de l'entretien *se rendant à leur travail.* »

M. Piéron. C'est tomber dans le détail, ce que nous devons éviter.

M. Agnellet. Sur les lignes où il y a service de jour et service partiel de nuit, il n'y a, en réalité, ni premier ni dernier train. On a trouvé que la surveillance exercée à l'origine était excessive et nous avons été autorisés à supprimer, sur plusieurs lignes, la tournée du matin qui était prescrite avant le passage du premier train.

Je crois que nous devons nous borner à constater qu'il y a une tendance, sur la majorité des réseaux, à réduire le nombre des tournées de surveillance. Il faut reconnaître aussi que, sur certaines lignes à grand trafic, on n'a pu supprimer des surveillants ambulants qu'à la condition d'établir des surveillants à poste fixe, afin de faire respecter l'espacement entre les trains. Toutes ces questions se lient.

— La discussion est close.

— La rédaction proposée par M. Bricka est adoptée.

— La séance est levée à midi 10 minutes.

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LOMMEL

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BARSANTI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. PIÉRON

M. Piéron. La question assez générale que nous avons à traiter comporte différents points de vue et différentes conclusions, dont trois ont été déjà votées par la section ; ce sont celles relatives à l'affermage de l'entretien des voies, à l'organisation d'un service spécial de surveillance et enfin au gardiennage des passages à niveau.

Lorsqu'il a rédigé la note qui vous a été soumise, votre rapporteur s'est trouvé dans un embarras assez grand par suite de l'absence de documents et des termes un peu vagues dans lesquels la question a été posée. Il n'avait pas, aux termes du règlement, de conclusion à proposer ; cependant, il a dû indiquer quelques points, parmi lesquels il en est trois sur lesquels la section s'est déjà prononcée. Il en est d'autres encore qui, selon moi, pourraient être utilement examinés par la section. Je veux parler d'abord des clôtures.

Vous le savez, messieurs, les clôtures entrent pour une part assez importante, surtout pour les voies secondaires, dans les dépenses d'entretien.

Ainsi, en France, tout au moins sur mon réseau, les voies ont été clôturées au moyen de haies vives dont l'entretien coûte environ 100 à 150 francs par kilomètre et par an. Cette dépense constitue une fraction notable du budget.

Il y aurait donc intérêt, selon moi, à étendre, autant que faire se pourrait, la dispense de clôturer les voies ferrées, déjà établie en France par certaines lois.

Je passe à un autre point.

Les postes de surveillance ont été d'abord disséminés sur différents points ; puis, à mesure que la manœuvre des aiguilles à distance s'est étendue, les postes ont été concentrés et on a pu réduire le personnel chargé des manœuvres. Il y a là aussi une source d'économies notables à réaliser. Enfin, en substituant, pour la manœuvre des aiguilles, le travail des femmes, généralement moins rémunérées, au travail des hommes, on obtiendrait ce double résultat : de réaliser encore une économie et d'ouvrir aux femmes une carrière dans laquelle elles trouveraient le moyen d'améliorer leur position.

Aussi, je crois que la section ferait chose utile en exprimant l'avis qu' « il est désirable d'étendre, autant qu'on pourra, l'emploi des femmes dans les travaux de surveillance ».

Messieurs, nous pourrions, si vous le voulez bien, examiner aussi un autre point de la construction de la voie ferrée, qui exerce sur les dépenses d'entretien une influence considérable; je veux parler de la nature et de la constitution du ballast.

Pour qu'une voie soit bonne, il faut qu'elle soit posée sur une base solide et présentant toutes les qualités qu'on peut en exiger. Le ballast est cette base, et il y a une telle différence entre une voie posée sur de bon ou de mauvais ballast, qu'il est très intéressant que la section déclare que le ballast doit être toujours de la meilleure qualité possible.

Nous pourrions traiter également la question des rails lourds. J'ai dit déjà tout à l'heure que, selon moi, il est désirable d'avoir une voie bien consolidée, vibrant peu sous la circulation des trains et, par conséquent, donnant lieu à des dépenses d'entretien aussi réduites que possible.

Enfin, la section pourrait émettre son avis sur les méthodes d'entretien les meilleures pour obtenir une bonne constitution et un entretien économique de la voie.

Tels sont, messieurs, les différents points que j'ai l'honneur de soumettre à l'appréciation de la section.

M. Siegler. Je dois faire remarquer qu'il y a, à notre programme, une sixième question qui traite des voies très fatiguées et peut se résumer en ces termes : « Comment faut-il établir une voie pour qu'elle puisse être économiquement entretenue? »

La question IV, que nous discutons en ce moment, ne comprend pas les conditions d'établissement; elle peut se formuler : étant donnée une voie, comment faut-il l'entretenir?

Nous avons examiné déjà la question de l'affermage, puis celle du paiement du personnel : doit-on employer des ouvriers auxiliaires ou des agents commissionnés, doit-on réunir les ouvriers en équipes, etc.? Nous avons peu parlé de cette dernière, et cependant, ce que nous avons à discuter maintenant, c'est la manière d'organiser le personnel, et non pas le mode d'établissement des voies pour les entretenir économiquement.

Si vous trouvez convenable de réunir les deux questions, il faudrait le dire; mais si nous traitons actuellement la question du ballast et celle de la constitution de la voie, il ne restera absolument plus rien à dire sur la dernière.

Les deux choses sont intéressantes; mais dans la question IV, il s'agit de savoir non pas comment il faut faire la voie, mais comment il faut organiser le personnel pour l'entretenir.

M. le Président. Au fond, les deux questions sont un peu connexes : pour discuter comment il faut entretenir la voie, il faut savoir d'abord comment il faut l'établir. Si, dans la discussion qui va s'ouvrir, des orateurs veulent s'attacher à la question d'entretien tout en touchant à la question de constitution, je crois que nous pourrions éliminer, pour le moment, ce qui se rattache aux voies plus lourdes.

M. Piéron. Cela viendra, du reste, à la fin. Ce que je demande tout d'abord, c'est que l'on dispense les Compagnies de clôturer leurs voies ferrées.

M. le Président. Je crois que nous devons éviter de nous perdre dans des questions de détail. J'ouvre la discussion sur la question des clôtures.

M. Brière. La question me semble jugée : personne ne songe à demander la suppression des clôtures sur les grandes lignes. Quant aux lignes secondaires, la question a été tranchée : on est d'accord pour demander la suppression des clôtures, et la question a été résolue.

M. le Président. La question a été jugée, en effet, en séance plénière.

M. De Busschere (*Belgique*). La question a été jugée pour les lignes secondaires; quant aux grandes lignes, leur situation au point de vue des clôtures dépend, dans la plupart des pays, de la législation. Ainsi, en France, elles sont clôturées parce que la loi de 1845 le prescrit. En Belgique, l'obligation de clôturer n'est inscrite dans aucune loi; il y a des lignes munies de clôtures continues et d'autres qui ne le sont pas; cela dépend essentiellement des stipulations que contiennent à cet égard les cahiers des charges de concession.

Quant à moi, je ne crois pas qu'il faille dire que les grandes lignes doivent toutes être clôturées d'une façon continue. La question de savoir quelles sont les parties qui doivent être séparées des propriétés riveraines doit être examinée dans chaque cas particulier. C'est ainsi qu'on procède en Allemagne, où les clôtures ne sont pas continues.

M. Jules Michel. M. le rapporteur nous a dit que la clôture au moyen de haies vives occasionne une dépense d'entretien assez considérable; mais il y a d'autres

modes de clôture moins dispendieux, le fil de fer notamment. Cette clôture exige très peu d'entretien et elle offre le très grand avantage de pouvoir être franchie par le public sans subir des dégâts.

Or, une des grandes causes des dépenses d'entretien de clôtures en haies vives, c'est que les gens de la campagne, pour abrégér le chemin, les traversent et les détériorent complètement aux endroits où ils ont pratiqué des ouvertures. Au contraire, les clôtures en fil de fer peuvent être franchies sans y faire de brèche.

En outre, il arrive fréquemment que des parties de clôtures en haies vives sont incendiées et il faut les replanter, ce qui est encore une cause de dépense qui n'existe pas avec la clôture en fil de fer.

J'ajoute qu'un des moyens dont nous nous trouvons très bien, c'est d'accorder aux communes qui le demandent l'établissement de portillons, où passent les piétons pour abrégér le chemin, mais sous leur responsabilité personnelle et en laissant les Compagnies indemnes en cas d'accident.

M. Piéron. Ma préoccupation en soulevant la question a été celle-ci. Nous avons, dans notre réseau, des lignes d'importance secondaire, déjà anciennes, dont la clôture nous a été imposée, et celle-ci nous paraît absolument inutile. Ces lignes ne diffèrent pas, quant au trafic, des lignes secondaires pour lesquelles nous sommes dispensés de la clôture. Eh bien, le vœu que je voudrais voir émettre, c'est que, dans tous les cas où les circonstances le permettent, les Compagnies soient dispensées de clôturer leurs voies. Il en résulterait pour elles une grande économie.

M. le Président. Je crois que, d'une façon générale, on ne peut pas éliminer la question des clôtures, car il s'agit non seulement des lignes secondaires, mais aussi des lignes principales.

Il s'agit non seulement de savoir si l'on doit ou si l'on ne doit pas les placer, mais comment il faut les placer, dans l'intérêt d'un entretien économique. A part, toutefois, la question des rails lourds, je crois donc que nous pouvons et devons discuter tous les points indiqués par M. le rapporteur.

M. Piéron. Quelle que soit la voie, il faut toujours du ballast et des rails; par conséquent, il faut de bon ballast; quant aux rails, plus ils sont lourds et de dimension considérable, plus sont minimales les dépenses d'entretien. Cette question ne s'applique pas seulement aux voies très fatiguées, mais à toutes les voies en général.

M. le Président. Je ne puis pas empêcher un orateur de parler de tel ou tel point spécial se rattachant à l'objet en discussion, mais je prie chacun de se renfermer autant que possible dans les questions d'entretien.

M. Bricka. Puisqu'on a entamé la question des clôtures, il me paraît utile d'en dire quelques mots.

J'ai déjà fait remarquer, à propos des passages à niveau, que, sur le réseau de l'État, nous avons un certain nombre de lignes dans des conditions toutes spéciales; ce sont des lignes d'intérêt local qui ont été classées dans notre réseau d'intérêt général et où nous avons dû augmenter considérablement la vitesse des trains et modifier le mode d'exploitation. Nous avons ainsi des lignes sans clôtures et où les trains circulent à la vitesse normale de 60 à 65 kilomètres, portée parfois jusqu'à 70 et 80 kilomètres. Cependant, nous n'y avons jamais eu d'accident de train. Seulement, si quelque animal, bœuf, mouton, vache ou porc, se trouve sur la voie, nous l'écrasons sans qu'il en résulte d'autre inconvénient.

Quant aux accidents de personnes, il arrive parfois que des individus sont surpris aux passages à niveau; mais ce sont des faits isolés dus uniquement au défaut d'attention des victimes.

On peut donc affirmer que l'absence de clôture n'est pas, par elle-même, une cause d'accidents.

M. Brière. A mon avis, je crois qu'on peut dire, non pas qu'il n'y a pas lieu de clôturer les voies, mais qu'on ne peut pas considérer la clôture comme nécessaire à la sécurité.

M. Siegler. Nous avons pu, sans inconvénient, supprimer la clôture sur certaines sections de nos lignes; nous ne l'avons maintenue que là où le public avait une tendance à passer. Il est certain qu'on peut réaliser ainsi une notable économie sur les dépenses d'entretien.

M. le Président. On paraît d'accord que les clôtures peuvent, dans la plupart des cas, être supprimées sans inconvénient. (*Assentiment.*) Il conviendrait maintenant, je pense, de s'occuper de la question du travail des femmes.

M. de Busschere. Ne l'a-t-on pas discutée à la 4^e section?

M. le Président. Oui, mais elle se lie intimement à la question des dépenses d'entretien de la voie.

M. Piéron. Je puis dire que, sur notre réseau, nous avons beaucoup étendu

l'emploi des femmes dans le service de surveillance, et spécialement pour la manœuvre des électro-sémaphores, qui n'exigent pas de dépense de force physique. Depuis plusieurs années, nous avons des femmes qui font le service de jour et des hommes qui font le service de nuit, et il n'en est résulté aucun inconvénient.

M. Jules Michel. Je crois que la surveillance de la voie par des femmes, pendant le jour, est chose facile à réaliser. Dans bien des circonstances, le fonctionnement des sémaphores pour maintenir l'intervalle réglementaire entre deux trains peut être confié aux gardes-barrières, moyennant une faible augmentation de salaire. Jamais, sur notre réseau, cela n'a donné lieu à aucune difficulté.

Nous avons, en divers points, des postes dont la surveillance est confiée à la femme pendant le jour et au mari pendant la nuit.

M. Piéron. L'avantage de cette combinaison, au point de vue de la Compagnie, est incontestable : au lieu de deux hommes coûtant chacun 100 francs par mois, on peut ainsi avoir un homme coûtant 100 francs et une femme ne coûtant que 30 francs, soit une économie de 70 francs par mois. Quant à la famille, elle reçoit 1,560 francs par an, plus la jouissance d'une maison construite à proximité du poste, d'un jardinet et quelques autres avantages accessoires. Il y a donc profit tout à la fois pour la Compagnie et pour les agents qu'elle emploie.

M. de Sytenko. Mais qu'arrive-t-il quand la femme tombe malade et que son mari doit la soigner ? Dans ce cas, l'Administration paye-t-elle deux autres agents ?

M. Piéron. Les cas de maladie constituent l'exception ; quand ils se produisent, il faut nécessairement, pour assurer le service, remplacer momentanément les agents malades.

M. de Sytenko. Notez que je ne suis pas hostile à l'emploi des femmes.

M. Brière. Ce sont là des détails dans lesquels nous ne devons pas entrer.

M. le Président. Je crois pouvoir conclure de cet échange d'observations que nous sommes d'accord pour recommander l'emploi des femmes même pour les manœuvres des signaux.

Un membre. Soit aux passages à niveau, soit en pleine voie.

M. Brière. Il ne faut pas être trop absolu : il n'y aurait plus unanimité.

M. Agnellet. Nous avons, sur les lignes du Nord français, de nombreuses

femmes qui manœuvrent des sémaphores et des disques placés à une distance de 1,200 mètres. Il y a quelques années, nous aurions craint de leur confier de pareils postes. Aujourd'hui, l'expérience est faite et les résultats en sont absolument satisfaisants.

Un membre. Ces femmes n'ont donc pas d'enfants à surveiller?

M. Agnellet. Leur service n'est pas incompatible avec la garde des enfants; mais on emploie ainsi, le plus ordinairement, des femmes d'agents n'ayant pas d'enfants en bas âge.

M. le Président. Je crois, messieurs, que nous pourrions conclure sur ce point en exprimant l'opinion, déjà émise dans le rapport de M. Piéron, que tout en distinguant entre les emplois qui exigent une certaine force physique et ceux qui réclament surtout de l'attention, on peut, en toute confiance, en faire exercer un grand nombre par les femmes. En Suisse, on a été extrêmement rigoureux sur ce point et nous avons eu dernièrement toute une correspondance avec l'Administration de la surveillance gouvernementale parce qu'un de ses agents avait vu dans une gare une femme préposée à la manœuvre d'une aiguille. On va très loin, chez nous, dans la voie de la protection de la femme, et il serait utile, je pense, de faire la distinction dont je parlais tout à l'heure pour rendre certains emplois accessibles aux femmes. Je prierai M. le rapporteur de nous présenter un projet de conclusion sur la question des clôtures et sur la question de l'emploi des femmes.

M. Jules Michel. L'extension de l'électricité à la manœuvre de certains appareils sera très favorable à l'admission des femmes pour certains emplois.

M. de Sytenko. Il serait préférable, je pense, de se borner à dire qu'il est désirable qu'on emploie davantage les femmes en remplacement des hommes, sans entrer dans de plus amples détails.

M. Brière. Il ne serait cependant pas inutile de préconiser le service des femmes en ajoutant : ...pour les emplois qui n'exigent pas de force physique.

M. Siegler. On pourrait dire que l'expérience prouve qu'on peut en employer pour le fonctionnement des signaux, même sur les grandes lignes.

M. le Président. Voici, messieurs, les conclusions que je sou mets à la section en ce qui concerne les clôtures :

« 4° L'entretien des clôtures constituant une dépense assez notable, surtout pour

« les lignes à trafic peu important, et l'expérience ayant démontré que leur absence
« ne présente aucun danger, il y a intérêt à les supprimer dans tous les cas où
« on peut le faire sans inconvénient. »

M. Brière. Je serais d'avis de ne point faire allusion à une considération d'économie. Cette pensée est dans l'esprit de tout le monde, mais il n'est pas absolument nécessaire de maintenir le membre de phrase qui l'exprime. Il ne faut pas qu'on puisse dire qu'en préconisant une réforme qu'il croit utile, le Congrès s'est laissé guider par des raisons d'économie.

M. Piéron On pourrait se borner à dire : « L'expérience ayant démontré que l'absence de clôtures n'offre aucun danger, il y a intérêt à les supprimer le plus possible. »

M. Siegler. Cette formule est trop générale; il faut réserver les cas exceptionnels.

M. Grierson (*Grande-Bretagne*). En Angleterre, toutes les lignes sont clôturées; on ne peut donc pas dire, d'une manière générale, que les clôtures puissent être supprimées. Nous ne demanderions pas mieux que de les supprimer en grande partie; mais nous ne le pouvons pas.

M. Piéron. L'avis de la section ne gênera ni les Gouvernements, ni les Compagnies qui voudront conserver les clôtures; seulement, il permettra à ceux qui le désireront de les supprimer.

M. Derote. Ne pourrait-on pas dire que la section, se basant sur les résultats de l'expérience, estime que les clôtures ne doivent être exigées que dans des circonstances exceptionnelles?

M. Siegler. Il importe, je pense, d'exprimer la pensée que généralement l'absence de clôtures n'offre pas de danger.

M. Hohenegger (*Autriche-Hongrie*). Il ne faut pas exagérer : on ne peut pas dire, d'une façon absolue, qu'il n'y a pas de danger à supprimer les clôtures. Mais on peut dire, qu'il est désirable de les supprimer.

M. Siegler. Mais si leur absence peut offrir du danger, il ne faut pas les supprimer.

M. Bricka. Voici la rédaction que je propose :

« 4° La section, se basant sur les résultats de l'expérience, est d'avis que l'absence de clôture ne présente pas de danger dans la plupart des cas. »

M. De Busschere. Un ingénieur français a publié, dans un des numéros de 1886 de la *Revue générale*, un article dans lequel il déclare avoir constaté que nulle part en Allemagne il n'a rencontré de clôtures continues. Il n'existe de clôtures qu'à certains endroits bien déterminés, par exemple aux abords des passages à niveau ou lorsque la voie longe des chemins ordinaires. L'expérience de l'Allemagne peut paraître suffisante.

M. de Sytenko. En Russie, nous n'avons pas de clôtures, sauf aux passages à niveau et aux gares secondaires; et je crois que c'est le contraire en Allemagne.

M. De Busschere. L'ordonnance allemande de 1885 sur les grands chemins de fer, qui n'est, au point de vue qui nous occupe, qu'une reproduction des précédentes, porte que des clôtures continues doivent être établies là où la surveillance habituelle ne suffit pas pour empêcher l'accès de la voie aux personnes et aux animaux. J'ai dernièrement parcouru la ligne de Cologne-Minden et je n'ai, comme l'ingénieur français dont j'ai rappelé l'article, vu de clôtures qu'en certains points bien caractérisés.

M. Bernard. Quels sont les accidents qui peuvent arriver sur les voies ferrées par suite de l'absence de clôtures? Un train peut rencontrer un homme, une tête de bétail ou une voiture sur la voie. Y a-t-il ici quelqu'un qui puisse citer l'exemple d'un accident survenu « à un train » par le fait d'un homme ou d'une tête de bétail?

Plusieurs membres. Il y en a eu certainement.

M. Jules Michel. Nous avons eu des déraillements causés par des bœufs engagés sur la voie ou la traversant à un passage à niveau.

M. Brière. Il est possible que tout un train déraille par le fait d'un bœuf atteint par la locomotive.

M. Bernard. J'ai posé la question parce que, quant à moi, je n'ai connaissance d'aucun déraillement provenant d'une des causes que j'ai indiquées.

M. De Busschere. L'État belge exploite depuis 1876 le chemin de fer de

Landen à Ciney, dont le cahier des charges porte en termes formels que des clôtures ne doivent être établies qu'aux abords des passages à niveau, de part et d'autre sur dix mètres de longueur. Cette ligne a 73 kilomètres environ de longueur et traverse des contrées agricoles et des contrées industrielles. Jusqu'à présent, l'absence de clôtures n'a pas donné lieu à inconvénient et nous n'y constatons pas plus d'accidents que sur les autres lignes semblables. Je dirai cependant — et ceci répond plus spécialement à la question posée par M. Bernard — qu'un jour nous avons eu un accident de train de marchandises dû à la présence d'un bœuf sur la voie. L'animal a été tué, la locomotive et deux ou trois wagons ont déraillé, mais l'accident n'a pas eu d'autres conséquences. J'ajouterai que le propriétaire du bœuf, invoquant l'absence de clôtures, a réclamé à l'État des dommages-intérêts. Mais les tribunaux l'ont non seulement débouté de sa demande parce que d'après le code civil il aurait dû lui-même veiller à la sûreté de son bétail, mais ils l'ont encore condamné à payer à l'État une indemnité en raison des avaries subies par le matériel, et des dépenses de toute nature auxquelles cet accident avait entraîné l'État. Je dirai encore que sur cette ligne la vitesse des trains ne peut, à cause du profil et du tracé, dépasser 50 kilomètres à l'heure.

M. Grierson. En Angleterre, il arrive fréquemment que des animaux engagés sur des voies ferrées sont tués par les trains; parfois même, il y a eu mort d'homme. Nous pensons donc, en Angleterre, que les clôtures sont nécessaires pour prévenir les accidents.

M. Bricka. On peut se demander si les clôtures sont plus utiles que nuisibles pour prévenir les accidents pouvant résulter de la présence d'animaux sur les voies ferrées. S'il est certain que l'absence de clôtures rend les voies facilement accessibles, d'un autre côté, il est non moins certain qu'elle permet aux animaux engagés sur la voie de fuir à l'approche d'un train; tandis qu'avec des clôtures, il leur est impossible de s'échapper et qu'ils doivent nécessairement se faire écraser.

— La discussion sur ce point est close.

— La rédaction proposée par M. Bricka est mise aux voix et adoptée.

M. le Président. Nous reprenons la discussion du point relatif à l'emploi des femmes. Voici la rédaction proposée :

« 5° L'expérience faite sur de grands réseaux permet d'affirmer que l'emploi

« des femmes pour la manœuvre des signaux ou même des aiguilles ne présente
« pas d'inconvénient et que, par suite, il y a intérêt à l'étendre autant que leurs
« forces physiques le permettent. »

M. Brière. Je demande qu'on retranche de la rédaction proposée les mots : « ou même des aiguilles ».

M. de Sytenko. Alors, on ne dira pas grand'chose.

M. Brière. Pardon : il reste encore les signaux et les sémaphores.

M. Piéron. Adoptons plutôt la rédaction la plus générale; comme je l'ai déjà dit, elle n'oblige nullement ceux qui ne le voudraient pas à employer les femmes pour la manœuvre des aiguilles. Chez nous, cela fonctionne très bien.

M. Brière. Mais il n'y a que vous qui ayez fait cette expérience.

M. le Président. La section est-elle d'avis de supprimer les mots : « ou même des aiguilles » ? (*Assentiment.*)

Un membre. On parle de la manœuvre des signaux; mais, d'une manière générale, nous employons les femmes à bien d'autres travaux : entretien des clôtures, des fils de disques, manœuvre des blocs à distance. Il ne faudrait donc pas s'en tenir uniquement à la manœuvre des signaux.

M. Piéron. Je propose de dire :

« 5° L'expérience faite sur de grands réseaux permet d'affirmer que l'emploi
« des femmes dans l'entretien de la voie, même pour la manœuvre des signaux,
« ne présente pas d'inconvénient et que, par suite, il y a lieu de l'étendre autant
« que la limite de leurs forces physiques le permet. »

— Cette rédaction est adoptée.

M. le Président. Il y a encore l'entretien et la concentration des postes. Je ne sais si la section entend se prononcer sur ces deux points. Nous avons eu, dans notre dernière séance, un échange d'observations intéressantes notamment sur la question des inspections.

M. Siegler. J'ai parlé simplement d'une méthode que nous employons sur notre réseau, et j'ignore ce qui se passe ailleurs. Mais ce que j'ai dit ne comporte pas de conclusion sur une méthode que notre Compagnie est à peu près seule à employer.

M. le Président. Nous pourrions donc laisser ce point de côté, et en revenir à la question de la concentration des postes.

M. Piéron. Voici ce que j'entends par là : nous avons des sémaphores, des barrières de passages à niveau et parfois même des bifurcations assez rapprochés pour que la manœuvre en puisse être concentrée dans les mains d'un même agent.

M. Bricka. Ce sont des questions d'espèces.

M. Piéron. Sans doute; mais c'est un des moyens de réaliser des économies sans nuire à la sécurité; et en l'indiquant, nous restons dans les termes de la question posée.

M. Harten (Belgique). C'est une question du ressort du service de l'exploitation; je ne pense pas que nous ayons à nous en occuper.

M. le Président. Il n'y a aucune résolution proposée sur ce point.

M. Piéron. Je n'insiste pas; mais je demande à dire encore un mot à propos des méthodes d'entretien.

Il est bien entendu que toutes les méthodes, celle de la revision générale comme celle des revisions partielles, assurent, d'une façon complète, la sécurité. Si j'insiste sur ce point, c'est que le mot a été prononcé et qu'il importe de ne point en dénaturer la portée. Il est évident que chacun croit posséder les meilleurs moyens de sécurité; il ne serait pas digne des fonctions qu'il occupe, s'il n'avait pas cette conviction.

Je veux seulement répondre un mot à M. Bricka. Il a dit que nos méthodes d'entretien coûtent beaucoup d'argent parce que nos équipes ne contrôlent que deux ou trois points par jour. Pour moi, la question peut se résumer ainsi : lorsqu'on emploie la méthode dite de la revision générale, il faut supposer qu'on précisera de la façon la plus exacte le temps que mettront les traverses pour arriver à maturité. Or, c'est là un point extrêmement délicat; et, quant à moi, j'aime mieux faire retirer immédiatement de la voie toute traverse qui est condamnée, car la méthode inverse conduit forcément à retirer prématurément les traverses de la voie.

D'un autre côté, on fait la revision générale tous les quatre ans, par exemple, sur les lignes secondaires. Par conséquent, c'est sur celles-là qu'on abrège le plus la durée des traverses, alors qu'il serait intéressant, pour diminuer les dépenses d'entretien des lignes à faible trafic, de faire durer les matériaux le plus longtemps possible.

La méthode de revision générale des voies ferrées correspond à l'entretien des routes empierrées par rechargements généraux. Mais voici en quoi les deux espèces diffèrent. Lorsqu'on entretient une route, on emploie les matériaux à l'état de cailloux et on les retire à l'état de détritux; on est donc sûr de ne jamais les retirer prématurément, et si l'on peut réduire la main-d'œuvre par l'organisation de grands ateliers, on réalise un bénéfice certain. Il ne saurait en être de même pour une voie ferrée, puisque la méthode de revision générale conduit à la fois à exagérer la main-d'œuvre et à diminuer la durée des matériaux; il faut par conséquent dans ce cas faire l'entretien « en recherche ».

Quant à dire qu'on n'obtient pas de revision satisfaisante par ce système, c'est une erreur : tous les jours, les cantonniers font la visite de la voie en se rendant à leur poste, et ne manquent point de signaler les travaux d'entretien qu'elle réclame.

En fin de compte, messieurs, je suis convaincu que nous ne différons au fond que par des nuances d'expressions plutôt que par des différences de méthodes.

M. Brière. Pas du tout.

M. Piéron. Autrefois, sur le chemin de fer du Nord français, on concentrait la substitution des rails sur certains points peu nombreux, puis on ramenait en magasin les rails retirés, on les classait et on les distribuait sur les points où les besoins de l'entretien le demandaient. On faisait enfin rentrer en magasin les rails définitivement retirés des voies. On a pensé qu'on diminuerait ces frais de manutention et de transport en fractionnant les ateliers et en imposant, pour ainsi dire, à chaque ligne l'obligation de se suffire à elle-même.

Pour les rails, on ne peut pas faire davantage. Quant aux traverses, l'idéal serait de les placer complètement neuves et de les retirer seulement quand elles sont devenues impropres au service. C'est pour cela qu'à mon avis, toute méthode d'entretien de la voie doit, autant que possible, tendre à faire de l'entretien en recherche.

M. Bricka. Mon ami M. Piéron a singulièrement exagéré ma pensée. Au point de vue de la sécurité, je n'ai certes pas la prétention d'avoir imaginé une méthode qui, seule, la garantit : toutes les méthodes d'entretien visent nécessairement ce but.

Je ne sais pas si c'est moi qui, le premier, me suis servi de ce mot; mais ce que j'ai voulu dire, c'est que notre méthode assurait une sécurité plus complète pendant une période assez longue. Quand j'ai parlé de trois traverses remplacées

par jour, j'ai voulu seulement citer un exemple de l'inconvénient, au point de vue de la rapidité du travail, des réfections partielles et isolées.

D'après notre méthode, au lieu de laisser le chef d'équipe aller à l'aventure avec ses hommes, pour réparer la voie, on s'assure de l'état de toute la voie et de la nécessité qu'il peut y avoir d'y faire certaines réparations. On obtient ainsi, en une fois, le résultat qui ailleurs n'est obtenu qu'en détail.

Cette façon de procéder a, en outre, l'avantage de rendre beaucoup plus facile le contrôle du travail des équipes : il est toujours aisé au chef de district de savoir ce que chacune d'elles a fait en une journée.

Dans ces conditions aussi, on arrive à retirer de la voie les mauvaises traverses, non pas quatre ans, mais seulement quelques mois avant qu'il y ait nécessité de les mettre au rebut. Toutes les traverses que nous retirons de la voie pourraient certainement y être encore conservées pendant un an; mais ce sont des considérations de sécurité qui font qu'on les retire avant leur complète maturité. Enfin, les revisions périodiques n'empêchent nullement l'exécution des travaux reconnus nécessaires avant l'expiration de chaque période.

M. Brière. J'ai recueilli dernièrement, dans un voyage en Hongrie, un fait assez curieux et qui me semble mériter l'intérêt de la section. Je veux parler de la façon toute spéciale dont est entretenue une ligne de chemin de fer d'environ 150 kilomètres, longeant les monts Carpathes. Le directeur de cette ligne m'a dit qu'il installait ses équipes après l'hiver, et qu'une fois la voie revisée de bout en bout, il les congédiait, ne laissant plus que quelques surveillants ayant chacun un parcours de 10 à 12 kilomètres. Et notez qu'il ne s'agit point là d'une ligne à faible trafic; c'est une ligne importante, mais qui a surtout un trafic de marchandises. Peut-être M. Hohenegger pourra-t-il compléter ce renseignement. C'est, je crois, un fait à peu près unique, un chemin de fer qui, pendant six à sept mois, est absolument abandonné au point de vue de l'entretien.

M. Hohenegger. Cette ligne a, en grande partie, pour trafic le transport des céréales vers l'Allemagne; mais elle sert surtout à l'exploitation des fers et minerais de la Silésie et de la Hongrie.

Je dois faire remarquer, toutefois, que les ouvriers employés à l'entretien de la voie se dispersent à l'approche de l'hiver, et c'est pour cela qu'on n'en peut pas trouver pendant plusieurs mois de l'année.

J'ajoute que, sur cette ligne, le ballast est des meilleurs; il provient de roches de granit.

M. Bricka. D'après les renseignements qui m'ont été fournis, au chemin de fer du Nord-Est suisse, on suit un mode d'entretien différent de celui qu'on pratique ordinairement. Il y a, sur chaque section, une équipe d'une vingtaine d'hommes, laquelle, sur une étendue de 30 kilomètres, par exemple, fait tous les travaux de grosses réparations. Ensuite, il ne reste plus qu'un garde chargé des menues réparations et de la surveillance de la section. Il n'en résulte ni une économie extraordinaire, ni une dépense exagérée.

Un membre. L'idéal consiste à retirer la traverse dès qu'elle est attaquée même légèrement. Nous n'agissons pas ainsi par économie, mais nous nous en trouvons bien.

M. Bernard. Je commence par déclarer que je suis partisan de l'entretien par recherche, comme le propose M. le rapporteur. Toutefois, ce mode peut, dans certains cas, présenter, je ne dirai pas quelque inconvénient, mais quelque déféctuosité. Dans l'entretien par recherche, que fait-on? On s'applique à découvrir les points où la voie est mauvaise; mais quand la voie est très fatiguée et parcourue par de nombreux trains, on doit aller souvent fort vite et il peut se faire que certaines parties défectueuses aient échappé à l'attention.

C'est ainsi que l'on constate parfois, d'une façon certaine, qu'une brigade d'entretien n'a point visité certaines parties de la voie depuis un an et plus.

Il importe, cependant, que le serrage des attaches soit toujours bien fait : ce n'est pas seulement une question de sécurité, c'est encore une question d'économie, car, si une attache n'est pas bien serrée, le patin du rail oscille entre l'attache et la traverse et celle-ci s'use très rapidement. Tout le monde sait qu'une des causes principales du retrait de service des traverses, sur les voies principales, est surtout l'entaillage du patin du rail dans la traverse. Il y a donc intérêt à retirer sans retard les mauvaises traverses et à assurer la bonne fixation des attaches.

C'est pourquoi je serais, quant à moi, assez disposé à adopter, au moins en partie, ce qu'on appelle la revision générale, c'est-à-dire à faire visiter chaque année toute la voie au moment où les brigades ont le moins de travail, dans le but surtout de s'assurer s'il n'y a pas de mauvaises traverses à remplacer, de serrer les attaches, etc.

Ce mode de procéder est surtout avantageux en ce sens qu'aucun point de la voie n'échappe à la revision et que, de plus, le travail peut se faire très vite.

M. Lebon (*Belgique*). L'importance du trafic exerce une grande influence sur le mode d'entretien de la ligne. Il est évident que, sur les lignes à grand trafic, où circulent des trains de grande vitesse ou lourdement chargés, le système des revisions générales offre des avantages; là, il faut nécessairement que les matériaux soient toujours en excellent état. Mais comme ce système entraîne un assez grand déchet de matériaux, on comprend que l'on hésite à l'employer sur les lignes à trafic modéré; la méthode de la revision partielle semble ici préférable pour l'entretien, sauf cependant en ce qui concerne le bourrage des traverses et le dressage de la voie, lesquels pourraient se faire avec avantage par la méthode de la revision générale.

Nous savons tous en effet que, partout où le rail d'acier a remplacé le rail de fer, la main-d'œuvre d'entretien a beaucoup diminué. D'autre part, généralement les traverses ont augmenté de dimensions, le ballast est meilleur, et de ces deux chefs, il s'est produit également une diminution dans les dépenses de la main-d'œuvre d'entretien. Comment peut-on les diminuer encore? C'est plutôt en étendant la circonscription des brigades qu'en diminuant le nombre d'ouvriers de chaque brigade. Mais en étendant la circonscription des brigades, il faut éviter les pertes de temps qui résultent inévitablement de l'application de la méthode des revisions partielles et, comme je l'ai dit tout à l'heure, il y aurait tout avantage, au point de vue de la dépense de la main-d'œuvre d'entretien, à employer la méthode de revision générale pour le bourrage des traverses et le dressage de la voie.

Ce système est à l'étude dans notre Administration, et je crois qu'il donnera de bons résultats.

Quant au renouvellement des matériaux, comme notre trafic est modéré, la méthode de la revision générale entraînerait à des dépenses trop élevées qui doivent la faire rejeter.

M. Bricka. Nous appliquons le système des revisions générales à toutes nos lignes, mais en y apportant certains tempéraments en ce qui concerne le renouvellement des matériaux. La méthode s'applique selon les cas avec certaines modifications qu'on ne peut pas indiquer d'une façon générale. Je puis dire que l'application de la méthode des revisions générales nous a procuré une économie d'au moins 30 p. c. sur la main-d'œuvre de certaines lignes.

M. Siegler. La méthode de M. Lebon revient à celle que j'ai indiquée. Le point capital, c'est de diriger le travail de manière qu'il se fasse d'une façon

continue, et que chaque brigade fasse une revision complète de toute sa section dans une période déterminée.

Il ne faut pas entendre la méthode de la revision générale en ce sens qu'elle implique nécessairement le remplacement de tous les matériaux qui ne pourront pas durer jusqu'à la revision suivante, surtout si elle se fait seulement tous les trois ou quatre ans, ce qui est suffisant sur des lignes secondaires : dans ce cas, on laisse dans la voie jusqu'à l'année prochaine les traverses qui ne réclament pas leur remplacement immédiat.

M. le Président. On paraît d'accord que cette discussion, très intéressante d'ailleurs, ne doit pas aboutir à une conclusion. Si personne ne demande plus la parole, nous pourrions clore ce débat et passer à la question suivante. Nous serons à même, je pense, pour demain, de vous soumettre le résumé à porter devant l'assemblée générale.



DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. BRIOSCHI

M. le Président. M. Lommel, président de la 1^{re} section, a la parole pour faire rapport sur la question IV, relative à l'*entretien des voies*.

M. Lommel. Messieurs, la section s'est d'abord demandé si elle devait s'occuper exclusivement de l'entretien, ou bien si elle devait comprendre dans cette question ce qui est relatif à la surveillance.

Après discussion, elle s'est arrêtée à cette dernière résolution. Elle a pensé que, dans beaucoup de chemins de fer, le mot « entretien » embrassait tout ce qui a trait au service de la voie, et qu'il valait mieux étendre son programme que de le restreindre à une seule branche de l'entretien. Elle a cru répondre ainsi à la pensée qui avait présidé à la rédaction de cette question.

C'est ainsi que la section a été amenée à discuter successivement : L'affermage de l'entretien par voie d'entreprise ; le service des passages à niveau ; les divers systèmes de surveillance de la voie ; la coopération des femmes à la manœuvre de certains appareils de sûreté ; la suppression des clôtures sur certaines parties des réseaux.

Sur la question du mode d'exécution des travaux d'entretien, l'opinion de la section a été bientôt formée ; je puis même dire que nous avons été en quelque sorte unanimes pour rejeter tout système de forfait, relativement à l'entretien de la voie. On a invoqué plusieurs raisons en faveur de ce rejet ; quelques-unes sont décisives. On a dit qu'un traité avec un entrepreneur serait très compliqué. Ce traité, en effet, devrait comprendre la fourniture du matériel ou la main-d'œuvre simplement. Dans les deux cas, on se trouverait dans une impasse : s'il ne s'agissait

que de la main-d'œuvre, l'entrepreneur serait tenté de demander un matériel neuf, afin de la diminuer. S'il devait fournir la matière, comme celle-ci est coûteuse, il tâcherait de diminuer le matériel, quitte à augmenter la main-d'œuvre pendant un certain nombre d'années.

L'argument principal a été celui-ci : Lorsqu'un accident survient, on ne peut presque jamais en déterminer la cause; et comme, en définitive, le but principal est toujours la sûreté de l'exploitation, la Compagnie perdrait un moyen précieux d'agir dans le sens de la sûreté, mais elle conserverait néanmoins la responsabilité, parce que, en cas d'accident, la question serait toujours douteuse.

Il y a toujours plus de chance que l'entrepreneur obtienne gain de cause, qu'il n'y en a pour que la prétention de la Compagnie soit reconnue fondée.

A tous ces points de vue, la section a été d'avis que l'affermage doit être complètement écarté, et la conclusion que j'ai l'honneur de vous soumettre et qui est l'expression de l'opinion unanime de la 1^{re} section, est celle-ci :

« 1^o Si, par affermage, on entend l'intervention d'un entrepreneur auquel on confie l'entretien total de la ligne, moyennant un prix annuel kilométrique total, la section ne peut qu'émettre un avis défavorable à l'adoption de ce système. Mais elle pense qu'il est désirable de substituer autant que possible le travail à la tâche au travail à la journée. »

La dernière partie de cette conclusion n'a en vue que de petits accords qui interviennent directement avec les ouvriers. Il y a un grand nombre de travaux sur la voie, l'arrachage de l'herbe entre autres, qui peuvent s'exécuter à la tâche d'une façon avantageuse pour les Compagnies et les ouvriers.

En ce qui concerne les passages à niveau, l'opinion a été qu'on faisait trop de surveillance. On s'est servi d'une expression caractéristique, celle de la « rage de la surveillance ».

En général, on a donc été d'avis qu'on pouvait faire moins sous ce rapport. On s'est appuyé sur les données statistiques des grandes Compagnies qui ont supprimé la surveillance de la voie et qui ont constaté à la suite de cette expérience que la sûreté n'était atténuée en rien.

On a invoqué beaucoup ce principe général qu'il faut laisser aux personnes le soin de se garder et qu'en leur enlevant toute initiative propre, en les faisant surveiller sans cesse, en multipliant les mesures de police, on facilitait les accidents plus qu'on ne les prévenait.

La 1^{re} section a pris à ce sujet une deuxième résolution ainsi conçue :

« 2^o Le régime des passages à niveau est très variable, même dans un seul pays, selon l'importance des lignes et des voies considérées. Tantôt un garde, homme ou femme, y reste en permanence, maintenant les barrières ouvertes et les fermant à l'approche des trains; tantôt le garde, vaquant à d'autres soins, tient les barrières fermées et ne les ouvre que pour donner passage aux voitures qui se présentent; ici, des barrières à bascule manœuvrées à distance sont appliquées à des passages d'importance secondaire; là, enfin, les barrières sont absentes, et le public passe sous sa responsabilité.

« On peut désirer voir ce dernier type se répandre, autant qu'il reste compatible avec les circonstances locales. »

On a pensé qu'ici encore nous ne pouvions être absolus et qu'à l'approche des villes le gardiennage des passages était nécessaire, mais que néanmoins la suppression de ces gardiennages pouvait se faire, dans un grand nombre de cas, sans inconvénient au point de vue de la sécurité publique.

J'arrive à la troisième partie de la question : celle de la surveillance de la voie.

On a beaucoup discuté les divers systèmes appliqués sur les grands réseaux et aussi sur de petits.

Là encore, le sentiment général de la section a été qu'on faisait trop dans le sens de la surveillance. Il y a des pays où l'on prescrit quatre, cinq tournées par jour.

Il en est même — la Suisse notamment — où l'on fait des tournées en vélo-cipède, en tricycle.

La section a été d'avis qu'on faisait trop à cet égard.

Une opinion qui, je crois, est près de rallier la majorité des suffrages de la section, est qu'une tournée par jour pourrait suffire. Cette tournée est surtout nécessaire le matin, parce que certains accidents peuvent se produire pendant la nuit.

On a admis aussi qu'il y avait de nombreuses exceptions, et votre rapporteur, messieurs, a fait ses réserves quant aux pays de montagnes notamment, où des mouvements de terrains peuvent se produire inopinément. On a admis qu'on ne pouvait pas poser une règle générale.

C'est dans cet ordre d'idées que la troisième résolution a été formulée de la manière suivante :

« 3^o L'expérience faite sur un certain nombre de réseaux importants a montré

« que, sauf dans des cas exceptionnels, la surveillance de la voie peut être
« assurée par les équipes d'ouvriers chargées de l'entretien de la ligne, sans qu'il
« soit besoin de gardes spéciaux, et il est constaté qu'il y a une tendance générale
« à réduire le nombre des tournées. »

J'arrive à la quatrième partie de la question, à celle des clôtures. Ici encore, la tendance générale de la section n'est pas douteuse. Cette tendance est dans un sens de simplification. La section a pensé qu'on peut supprimer les clôtures sur de très grandes portions de lignes, sans compromettre la sécurité.

On a cité un grand nombre de cas où ces suppressions pouvaient avoir lieu.

On a dit : Tel accident arrive non pas parce qu'il n'y a point de clôtures, mais parce qu'il y a des clôtures.

On a admis, entre autres, que l'accident le plus sérieux, celui qui peut compromettre la sûreté d'un train, est la rencontre d'une pièce de gros bétail. Or, il est constaté de deux choses l'une : ou la bête pénètre par le passage à niveau, ou elle casse la clôture. Les vaches aiment à se frotter contre les clôtures en fil de fer. Le bétail engagé sur la voie cherche à en sortir s'il trouve le passage libre. Quand une clôture se dresse devant lui, il a une tendance à fuir le long de la voie, où il est saisi par le train. On a cité un certain nombre de cas où non seulement la clôture n'ajoute rien à la sûreté de l'exploitation, mais où elle peut devenir un danger.

La section est arrivée à cette conclusion :

« 4° La section, se basant sur les résultats de l'expérience, est d'avis que la suppression des clôtures ne crée pas un danger dans la plupart des cas. »

Nous arrivons au dernier point de nos conclusions, et ici, j'ai la satisfaction de dire que la 1^{re} section s'est trouvée dans un accord parfait avec les opinions qui ont été présentées au nom de la 4^e section par M. le comm. Peruzzi.

Le sentiment général de la 1^{re} section a été que l'emploi de la femme avait donné de bons résultats et qu'on devait plutôt tendre à l'augmenter qu'à le diminuer. On a été d'accord, en général, sur ce point que la femme avait — nous pouvons le dire ici, il n'y a pas de femmes présentes (*rires*) — certaines qualités supérieures à l'homme ; que le sentiment du devoir était plus profondément développé chez elle et qu'elle avait la notion plus vive de la régularité. On a admis que le seul obstacle à l'emploi de la femme pouvait être son manque de force physique. Une longue discussion s'est engagée sur le point de savoir quels étaient

les travaux qui, sous ce rapport de la force physique, permettaient l'emploi de la femme. L'accord ne s'est pas établi sur son emploi pour la manœuvre des aiguilles. La majorité a été d'avis qu'on ne pouvait confier cette manœuvre à la femme.

J'ajoute qu'avant-hier soir, nous avons visité près de Milan, à Abbiategrasso, une installation faite par les Chemins de fer de la Méditerranée et où la manœuvre d'aiguilles s'opère à l'aide de moyens hydrauliques. On a constaté que ce travail ne nécessitait pas un grand effort, mais simplement de l'attention. On a conclu qu'une telle manœuvre pouvait être confiée à une femme. Néanmoins, d'autres membres de la section ont trouvé que la question était trop peu élucidée pour formuler une conclusion. Ils ont émis le vœu que ce premier essai très intéressant pût donner lieu à des applications plus suivies.

On a ainsi laissé ce point sans conclusion et on a pensé que, pour le prochain Congrès, on aurait peut-être des renseignements plus complets.

La conclusion sur la quatrième partie de la question est en conséquence ainsi conçue :

« 5° L'expérience faite sur de grands réseaux permet d'affirmer que l'emploi
« des femmes dans l'entretien de la voie, même pour la manœuvre des signaux, ne
« présente pas d'inconvénient et que, par suite, il y a lieu de l'étendre autant que
« la limite de leurs forces physiques le permet. »

Je dois ajouter un renseignement que j'ai oublié au sujet des raisons qui militent en faveur de l'emploi de la femme.

On a émis l'avis que cet emploi de la femme permettait d'améliorer la position de la famille. On lui procure ainsi des moyens d'existence sans nuire d'une façon quelconque à la sûreté du service.

Les conclusions que j'ai eu l'honneur de vous soumettre sont un peu vagues. Elles ont néanmoins l'avantage d'être l'expression assez unanime des opinions de la 1^{re} section.

— Ces conclusions sont ratifiées par l'assemblée plénière.

ANNEXES

ANNEXE A

Note sur la question de l'entretien des voies, par l'Administration du North Eastern Railway (Grande-Bretagne) (1).

(Traduction.)

Rapport du « district engineer » de la division du Nord. — Notre voie est entretenue par le travail à la journée.

Il y a 24 inspecteurs dans la division du Nord qui ont la surveillance d'environ 1,029 milles 2,635 yards de simple voie y compris les garages; ils ont environ 985 ouvriers réguliers de la voie, soit environ 1 mille 818 yards par homme. Aucune ligne n'est affermée et aucune prime n'est donnée au personnel.

Rapport du « district engineer » de la division centrale. — Notre système (qui est le plus commun en Angleterre) est de diviser la ligne en longueurs variant de 3/4 de mille à 2 1/2 milles suivant la densité et la nature du trafic, le nombre de garages, etc.

Chaque section a 3 ou 4 hommes; l'un d'eux a la responsabilité de la section et reçoit 1 shilling par semaine de plus que ses compagnons. Ces hommes pourvoient à l'entretien journalier ordinaire de la ligne, mais ils ne font rien de ce qui concerne les remplacements, des brigades spéciales de 20 hommes étant chargées de ces travaux. Chaque inspecteur surveille 18 milles de ligne en moyenne et il est directement responsable vis-à-vis de l'inspecteur supérieur de la voie et, par son intermédiaire, vis-à-vis du « district engineer ».

On n'emploie accidentellement des ouvriers à la journée que dans les cas d'urgence, pour enlever la neige, etc.

Aucune prime n'est accordée au personnel.

L'entretien de la voie n'est pas fait à forfait.

Rapport du « district engineer » de la division du Sud. — En Angleterre, le système le plus universel est l'emploi d'un personnel convenable bien surveillé et payé sur états de salaires. Je n'ai jamais expérimenté un autre système.

(1) Cette note a été déposée sur le bureau du Congrès par MM. John Cleghorn, membre du conseil d'administration, et C.-N. Wilkinson, secrétaire.

ANNEXE B

*Note sur la question de l'entretien des voies, par l'Administration du chemin de fer du Gothard ⁽¹⁾.**(Traduction.)*

Sur le chemin de fer du Gothard, l'entretien de la voie est en partie affermé à forfait et en partie effectué en régie par les ouvriers permanents de la voie avec l'aide d'ouvriers auxiliaires.

1. — Affermage.

Pour l'affermage, on ne choisit que des personnes qui connaissent parfaitement le service des voies, le système des signaux et l'état des installations.

On comprend qu'il est assez difficile de trouver des personnes réunissant ces conditions. Aussi a-t-on pris, en majeure partie, d'anciens chefs-ouvriers pour les affermagés.

On met à la disposition du fermier l'inventaire pour l'entretien de la voie; il doit le garder en bon état.

Les parachèvements se font pour compte de la Compagnie.

Les sections suivantes ont été affermées :

Station de Schwyz-Altdorf	18,905 mètres.
— d'Altdorf-Gurtellen	19,160 —
— d'Airolo-Faido	19,760 —
— de Faido-Biasca	26,070 —
— de Biasca-Giornico	21,976 —

et les prix, qui sont payés par contrat, sont les suivants :

SECTIONS.	Pour régularisation et exhaussement de la voie jusqu'à			OBSERVATIONS.
	3 centim.	6 centim.	9 centim.	
	Prix par mètre de voie en centimes.			
1. Schwyz-Altdorf	28	33	38	Parcours à ciel ouvert et petits tunnels. Tunnels en boucle d'une lon- gueur de 1,400 à 1,500 mè- tres.
2. Altdorf-Gurtellen.	30	35	40	
3. Airolo-Faido	35	40	50	
4. Faido-Biasca	50	55	60	
5. Biasca-Giornico	30	35	45	

(1) Cette note a été déposée sur le bureau de la 1^{re} section par M. Dietler, directeur.

Ces prix contiennent aussi une garantie de quinze jours pour les parcours régularisés.

Les frais annuels pour la régularisation des voies, y compris le remplacement des traverses, rails et accessoires de rails (non compris le coût des matériaux), s'établissent comme suit sur ces parcours :

DÉSIGNATION DES SECTIONS.	DÉPENSE PAR AN.		DÉPENSE MOYENNE PAR KILOMÈTRE.		Longueur de la voie réellement régulée en 1886.	Coût moyen par mètre de voie réellement régulée en 1886.
	1885	1886	1885	1886		
	Fr. C.	Fr. C.	Francs.	Francs.	Mètres.	Centimes.
1. Schwyz-Altdorf (18,905 mètres) .	9,373 89	9,457 35	496	500	16,513	57.3
2. Altdorf-Gurtellen (19,160 mètres).	10,086 30	11,848 90	527	618	14,089	84.1
3. Airolo-Faido (19,760 mètres) . .	12,117 65	11,895 48	613	602	21,139	56.2
4. Faido-Biasca (26,070 mètres) . .	14,226 53	20,001 86	546	763	28,374	74.0
5. Biasca-Giubiasco (21,976 mètres) .	14,801 .	16,685 03	674	755	18,362	90.8

2. — Régie.

Les sections sur lesquelles l'entretien de la voie a été effectué en régie sont les suivantes :

1. Rothkreuz-Schwyz 23,402 mètres.
2. Gurtellen-Göschenen 15,809 —
3. Göschenen-Airolo (tunnel du Gothard à double voie) . 16,261 —
4. Giubiasco-Lugano 25,843 —
5. Lugano-Chiasso 26,271 —
6. { Giubiasco-Dirinella } 32,499 —
{ Cadenazzo-Locarno }

Les frais pour ces sections en régie, en ce qui concerne la régularisation des voies et les salaires pour le remplacement des traverses, des rails et des accessoires de rails, ont été établis comme suit pour les années 1885 et 1886 :

DÉSIGNATION DES SECTIONS.	DÉPENSE PAR AN.		DÉPENSE MOYENNE PAR KILOMÈTRE.		Longueur de la voie réellement régulière en 1886.	Coût moyen par mètre de voie réellement régulière en 1886.
	1885	1886	1885	1886		
	Fr. C.	Fr. C.	Francs.	Francs.	Mètres.	Centimes.
1. Rothkreuz-Schwyz (23,402 mètres).	11,666 19	15,661 25	499	669	25,471	61.4
2. Gurtellen-Göschenen (15,809 mèr.)	6,089 46	7,683 20	385	486	13,740	55.9
3. Göschenen-Airolo (tunnel du Gothard) (16,261 mètres à double voie)	11,537 39	10,948 35	710	673	11,861	92.3
4. Giubiasco-Lugano (25,843 mètres).	9,366 53	9,687 87	362	379	31,772	30.5
5. Lugano-Chiasso (26,271 mètres) .	15,412 48	16,841 93	587	641	34,058	49.4
6. Giubiasco-Dirinella et Cadenazzo-Locarno (32,499 mètres) . . .	15,121 98	12,079 19	465	372	32,095	37.6

Si l'on compare les résultats obtenus sur les sections affermées et celles en régie, en excluant pour ces dernières la colonne relative au tunnel du Gothard, on obtient ce qui suit :

	LONGUEUR.	DÉPENSE PAR AN.		DÉPENSE MOYENNE PAR KILOMÈTRE DE VOIE.		Longueur des sections réellement régulières en 1886.	Coût moyen par mètre de voie réellement régulière en 1886.
		1885	1886	1885	1886		
	Mètres.	Fr. C.	Fr. C.	Francs.	Francs.	Mètres.	Centimes.
Affermage . . .	105,871	60,605 37	69,888 62	572	660	98,477	70.9
Régie . . .	123,824	57,656 64	61,953 44	465	500	137,136	45.2

Quoique les sections affermées contiennent plus de parcours montagneux, qui offrent sans contestation des difficultés d'entretien plus grandes, cependant l'on doit admettre que l'entretien par affermage revient plus cher que l'entretien en régie. Une des causes qui amènent réellement à ce résultat, c'est qu'il y a toujours une tendance à occuper le fermier et par là on est facilement amené à faire exécuter plus de travaux qu'il n'est véritablement nécessaire.

Sur le chemin de fer du Gothard, on a aussi essayé de donner aux chefs-ouvriers, qui sont

principalement chargés de la régularisation de la voie, des primes pour une exécution économique de ces travaux.

La section choisie a été la quatrième, de Gurtellen à Göschenen; la durée de l'essai a été du mois d'avril au mois de septembre 1886.

Le résultat a été le suivant :

Pendant ladite période, on a régularisé 14,456 mètres de voie sur la section précitée, dont 14,166 mètres ont dû être exhausés jusqu'à 3 centimètres et 290 mètres jusqu'à 6 centimètres de hauteur.

D'après les prix à forfait de l'affermage, on aurait dû payer :

14,166 mètres à 30 centimes	fr. 4,249 80
290 — 35 —	101 50

Total. . . fr. 4,351 30

Les dépenses effectives se sont élevées à 3,619 20

D'où une économie de fr. 732 10

On a remis, par parts égales, 25 p. c. de cette économie aux chefs-ouvriers de cette section. Ce système sera continué.

V. QUESTION

MESURES CONTRE LES NEIGES

Quelles sont les précautions à prendre pour éviter les encombrements des voies par les neiges, et quels sont les systèmes les plus efficaces et les plus économiques pour le déblaiement des voies (paraneiges, chasse-neiges, wagons brise-glace, recrutement des ouvriers à affecter temporairement à ce service)?

V^e QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Exposé par M. Rocca (pl. V, VI et VII)	V — 3
1 ^{re} note par M. Daussin	V — 58
2 ^e note par l'Administration des chemins de fer de l'Est français	V — 60
3 ^e note par M. Pogrébinsky (fig. 1 à 3, et pl. VIII, IX, X et XI)	V — 62
Discussion en section	V — 73
— en séance plénière et conclusions	V — 88
Annexe : Note de M. Pogrébinsky.	V — 91

EXPOSÉ

PAR ROCCA

INGÉNIEUR, SOUS-INSPECTEUR DE LA DIRECTION GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)

(PLANCHES V, VI ET VII)

AVANT-PROPOS.

La grande importance de la cinquième question soumise à la délibération du Congrès des chemins de fer n'échappera à personne.

La neige, en effet, est un des plus sérieux ennemis que l'exploitation des chemins de fer ait rencontrés. Elle occasionne chaque année de fortes dépenses, elle entrave ou suspend même quelquefois la circulation des trains, et peut être la cause de graves accidents.

Une étude approfondie de la question serait donc très intéressante et très utile, car elle pourrait indiquer les meilleures mesures à prendre, soit pour défendre les lignes contre les encombrements, soit pour le déblaiement plus rapide et plus économique de la neige tombée sur la ligne.

Malheureusement, les publications relatives à cette question étant assez rares et les réponses aux informations que nous avons demandées aux différentes Administrations de chemins de fer n'étant pas toutes parvenues, cette étude ne sera pas aussi complète qu'on aurait pu le désirer. Mais elle aura du moins l'avantage d'attirer l'attention des ingénieurs sur cette question jusqu'ici un peu négligée et de permettre à la savante assemblée destinée à l'examiner de la discuter dans ses détails et d'indiquer les meilleures mesures à prendre.

MESURES PRÉVENTIVES.

Nous avons appelé la neige un ennemi des chemins de fer, car c'est une vraie lutte qu'on a dû entreprendre contre elle, et dans cette lutte de l'intelligence contre la matière brute, c'est l'intelligence qui a fini par triompher.

Nous voyons, en effet, que l'ingénieur a réussi à permettre la circulation des trains d'une manière sûre et continue par toutes les saisons et par tous les temps, même dans les régions les plus exposées aux amoncellements de neige, telles que le Karst, où la neige poussée par le vent comble les tranchées jusqu'à 8 mètres de profondeur, les montagnes Rocheuses et la Sierra-Névada, où l'épaisseur des bancs de neige pendant une grande partie de l'année ne descend guère au-dessous de 2 mètres et dépasse souvent 4 mètres.

L'ingénieur doit, pour cela, recourir à différents moyens de défense, selon la nature de l'attaque. Lorsque c'est le vent qui occasionne les encombrements de neige, il érige des murailles, des échafaudages en bois qui atteignent parfois la hauteur de 6 à 7 mètres, ou bien il construit des remblais en terre, plante des massifs pour arrêter ou dévier le courant. Lorsque certains points sont menacés par les avalanches, il les recouvre de solides galeries sur le toit desquelles elles roulent sans danger pour la voie. Enfin, lorsque c'est la simple chute de la neige qui, par son abondance, peut entraver l'exploitation, il recouvre toute la ligne de toitures, pour la protéger.

Étude du tracé. — Mais cela ne suffit pas encore, car l'ingénieur devrait se préoccuper, avant même que la construction de la ligne soit commencée, des conditions où elle se trouvera par rapport à la neige, et il devrait étudier les meilleurs moyens pour la défendre contre elle et pour assurer son exploitation.

Malheureusement, bien peu d'ingénieurs s'occupent d'une étude semblable. Cela s'explique par deux raisons : la première est que généralement celui qui construit la ligne ne doit pas l'exploiter, et alors le seul but qu'il poursuit est l'économie de la construction, sans se préoccuper si elle occasionnera un surcroît de dépenses et créera de sérieuses difficultés à l'exploitation ; la seconde est qu'une telle étude est rendue assez difficile, soit par la rareté de publications y relatives, soit par la nature même de la question. En effet, il est très difficile de pouvoir donner des règles générales à ce sujet, car le phénomène dépend de causes nombreuses, telles

que l'altitude, la latitude, la configuration du sol, le genre de culture, la violence du vent, etc., etc. ; et il varie considérablement d'une région à l'autre.

Pourtant, une étude à ce sujet serait possible en recueillant toutes les observations météorologiques faites pendant plusieurs années dans la région que l'on doit traverser. On pourrait ainsi faire le choix du versant le plus favorable, qui est à l'abri du vent dominant et se trouve moins exposé aux amoncellements des neiges. Ensuite, on pourrait tenir compte de certains principes que l'expérience a démontrés ; par exemple, que les lignes dans les plaines sont plus exposées que celles des montagnes ; qu'une ligne traversant une forêt est à l'abri des amoncellements de neige ; que les tranchées peu profondes sont celles qui s'enneigent le plus rapidement et qu'il faut à tout prix les éviter ou les munir de défenses ; que souvent les haies favorisent les amoncellements de neige sur les parties à niveau ; que la direction perpendiculaire au vent régnant est la plus dangereuse pour une tranchée, etc.

Une étude semblable a été faite quelquefois, et nous citerons, par exemple, la ligne du Cantal, en France. La Compagnie d'Orléans, qui devait l'exploiter, se préoccupa sérieusement des conditions difficiles où se trouverait cette ligne à cause de la neige, lorsqu'elle serait ouverte à l'exploitation, car non seulement elle tombe avec une extrême abondance dans cette région, mais elle y forme aussi de nombreux amoncellements causés par le vent et appelés *combles*.

Elle chargea donc M. Nordling, ingénieur en chef des travaux, de faire un voyage spécial en Autriche pour y étudier les dispositions adoptées dans ce pays contre les amoncellements de neige et pour les appliquer ensuite à la ligne du Cantal.

M. Nordling exécuta ce voyage, à la suite duquel il publia un rapport qui contient de précieux détails sur les phénomènes observés en Autriche, les mesures prises et les résultats obtenus. Il concluait que le tracé étudié pour la ligne du Cantal se trouvait sur le versant le plus favorable, par rapport aux vents dominants, et conseillait l'adoption des règles suivantes, qu'il ne sera pas sans intérêt de reproduire :

« En vue de diminuer la formation des combles :

« 1^o Tenir la plate-forme plutôt en remblai qu'en déblai et éviter les très faibles tranchées ;

« 2^o Étudier pendant la construction le régime des neiges à l'emplacement de chaque tranchée ; déterminer en conséquence la disposition des plantations et des écrans provisoires et procéder en temps utile à leur construction ;

« 3° En vue de cette éventualité, écarter ou éviter les chemins latéraux parallèles aux tranchées, surtout du côté amont par rapport au vent régnant;

« 4° Écrêter les tranchées à flanc de coteau les plus exposées (c'est-à-dire enlever leur talus du côté du thalweg) et aplatir certains talus de déblai plutôt que d'ouvrir des chambres d'emprunt spéciales.

« Pour faciliter la circulation et le travail des chasse-neiges :

« 5° Augmenter la largeur des tranchées en rocher dites rétrécies, et la porter de 5 à 6 mètres;

« 6° Supprimer les trottoirs des stations entre Murat et Thiézac.

« Enfin, pour faciliter le travail à la pelle :

« 7° Supprimer les parapets et les remplacer sur les viaducs et les murs de soutènement par de simples lisses. »

Ce programme fut suivi avec le plus grand soin et donna de bons résultats; nous verrons en effet, dans la seconde partie de cet exposé, que la ligne du Cantal a pu être exploitée régulièrement.

Un autre exemple à citer est la ligne de l'Arlberg. On remonta jusqu'en 1817 pour avoir des données sur les températures les plus basses, la hauteur des neiges, leur durée, etc., dans les différents points de la région que l'on devait traverser et, d'après les observations faites, on fixa le tracé et l'on construisit la ligne.

Ces exemples devraient trouver des imitateurs, et le Congrès aura déjà fait une œuvre utile s'il réussit à persuader les ingénieurs de la nécessité qu'une telle étude soit faite avant que le tracé de la ligne ait été définitivement fixé et que certaines fautes irréparables aient été commises.

Passons à présent à l'examen du phénomène.

La neige agit sur les chemins de fer sous trois formes différentes :

- A. La chute naturelle;
- B. Les amoncellements dus au vent;
- C. Les avalanches.

Nous les examinerons séparément, en tâchant de découvrir les règles générales qui peuvent servir de guide à l'ingénieur dans la disposition rationnelle des ouvrages de défense.

A. — CHUTE NATURELLE DES NEIGES.

La chute naturelle de la neige est la forme la moins dangereuse sous laquelle elle se présente. La couche uniforme qui se dépose lentement quand la neige tombe par un temps calme oppose rarement de sérieuses entraves à la circulation, et on peut la déblayer assez facilement, soit avec la pelle, soit à l'aide des chasse-neiges.

Il y a pourtant certaines régions où la neige tombe avec une telle abondance, qu'elle empêcherait toute exploitation pendant l'hiver.

Pour s'en défendre alors, on n'a qu'un seul moyen, et c'est de recouvrir la ligne de galeries en bois dans toute la longueur des parties les plus exposées. Cela a été fait pour les chemins de fer Fell sur le mont Cenis et se fait actuellement en Norvège et en Amérique.

Une seule ligne, le Central Pacifique, a une longueur de galeries de 70 kilomètres, et sur un parcours de 44 kilomètres, entre Strong's Canon et la station d'Emigrant-Gap, elles règnent sans autres interruptions que les ponts et les tunnels.

Mais ce système est trop coûteux pour qu'on puisse en étendre l'application; généralement, on laisse ces lignes sans défense contre la chute naturelle de la neige et l'on se contente d'organiser le service de déblayage de façon que l'enlèvement de la neige ait lieu le plus rapidement possible.

Prévisions du temps. — Nous examinerons dans la seconde partie de cet exposé les différentes méthodes suivies pour l'organisation du service de déblaiement, l'usage que l'on peut faire des chasse-neiges pour venir en aide à la main-d'œuvre, les avantages qu'ils présentent et leurs inconvénients. Mais nous croyons, avant d'aller plus loin, devoir appeler l'attention du Congrès sur l'utilité que les chemins de fer pourraient tirer des prédictions du temps publiées par les bureaux météorologiques.

On conçoit facilement tout l'avantage qu'il y aurait à prévoir quelques jours à l'avance les bourrasques de neiges. On pourrait préparer les chasse-neiges, les envoyer, pour qu'ils pussent travailler à la descente, dans les stations situées au faite de la ligne, dans lesquelles ils ne peuvent que rarement être tenus en dépôt (car souvent ces stations sont d'une importance secondaire et n'ont pas de machines de réserve), embaucher les ouvriers, composer les trains selon les probabilités du temps et, en un mot, prendre toutes les mesures nécessaires pour ne pas être pris à l'improviste.

Nous croyons ici tout à fait inutile d'exposer les principes sur lesquels est fondée la prédiction du temps; la science météorologique a fait de tels progrès dans ces dernières années, que ce qui semblait impossible il y a quelque temps n'est plus, à présent, mis en doute par personne.

Partout on commence à se préoccuper de cette question; mais, naturellement, la météorologie a fait les progrès les plus rapides dans les pays qui sont le plus exposés aux dangers.

C'est ainsi qu'en Norvège, les indications atmosphériques et les courbes barométriques de pression sont exposées au public dans tous les bureaux télégraphiques et sont observées, lues et comprises par la population. Elles servent aussi aux chemins de fer, qui se règlent en conséquence.

En Amérique, à cause de l'insuffisance des données officielles, quelques Compagnies de chemins de fer ont établi elles-mêmes un service météorologique spécial. C'est ainsi que l'Union du Pacifique a déjà 32 stations météorologiques et que celles de Chicago et du Nord-Ouest vont s'y associer pour donner une plus grande étendue à ce service.

Dans les autres pays, on est plus arriéré; mais on ne tardera pas à y suivre l'impulsion qui a déjà été donnée; en Russie, par exemple, à la suite de récents désastres, les diverses Compagnies de chemins de fer commencent à étudier la question.

Sans crainte de se tromper, on peut donc prévoir que dans quelques années une exploitation technique des chemins de fer comprendra un service météorologique spécial pour les prévisions du temps.

B. — AMONCELLEMENTS DUS AU VENT.

Les amoncellements dus au vent sont bien plus dangereux que la chute naturelle de la neige, car il peut se former ainsi des amas de plusieurs mètres de hauteur, de quelques centaines de mètres de longueur, contre lesquels les chasse-neiges sont parfois impuissants; on est obligé alors de recourir au travail à la pelle, qui est trop lent de sa nature et ne permet de débarrasser la ligne qu'après plusieurs jours de labeur.

C'est dans le Karst, que Nordling appelle justement la terre classique des encombrements de neige, que des effets saisissants se sont produits, dus à la violence de la Bora, le vent dominant dans cette région, lequel empêche quelquefois la marche des trains et renverse les wagons.

C'est ainsi que, dans le premier hiver de l'exploitation, la circulation des trains a été interrompue sur 52 points, que beaucoup de tranchées étaient comblées de neige jusqu'à 8 mètres de profondeur et qu'on ne parvint à dégager l'une des deux voies qu'après un travail de trois jours effectué avec le concours des troupes et des populations.

Les effets du vent, quoique moins désastreux dans d'autres régions, n'empêcheraient pas moins la circulation pendant une grande partie de l'hiver sur beaucoup d'autres lignes de l'Europe et de l'Amérique, si l'on n'avait pas adopté des moyens de défense, que nous passerons en revue, en commençant pourtant par étudier le phénomène comme il se présente.

1. — *Principes généraux.*

Le vent agit de deux façons également redoutables, soit pendant la chute de la neige en saisissant et en entraînant les flocons, soit en soulevant de nouveau, à la manière de la poussière des routes, la couche de neige déjà déposée.

Le courant chargé de neige se comporte précisément comme l'eau qui contient des matières terreuses. Tant que la vitesse ne se ralentit pas, la neige est poussée en avant et aucun dépôt ne se forme. Mais aussitôt qu'un obstacle vient s'opposer à sa marche, soit en l'arrêtant, soit en l'infléchissant, il dépose une partie de la neige dont il est chargé. C'est ainsi que se forment les encombrements sur la voie, laquelle oppose une résistance au courant par ses remblais, tranchées et les haies qui la bordent.

Effet d'un remblai. — Il est prouvé que le courant peut prendre des directions ascendantes ou plongeantes, selon la configuration du sol; ainsi, lorsqu'il rencontre un remblai, il s'infléchit vers le haut en suivant la pente du talus et redescend ensuite vers le bas, comme l'indiquent les flèches de la figure 1, planche V.

Il pourrait ainsi arriver qu'une zone d'air relativement calme se formât sur la plate-forme du remblai; la neige alors s'y déposerait et viendrait encombrer la voie.

Le cas pourtant est si rare qu'on considère généralement les remblais comme à l'abri des encombrements, et qu'on ne les munit d'aucune défense.

Tout au plus convient-il de recouvrir leurs talus de buissons qui filtrent, pour ainsi dire, le courant et arrêtent la neige au passage.

Effet d'une haie. — Une haie ayant pour effet de ralentir la vitesse du courant occasionne un dépôt de neige qui se forme du côté aval par rapport au vent. Quand la haie est touffue, le dépôt se forme plus rapidement et atteint une plus grande hauteur (fig. 2, pl. V), sinon il s'étend sur une plus grande surface avec moins d'épaisseur (fig. 2, pl. V). Dans les deux cas, la voie reste encombrée. Cet inconvénient a été signalé par plusieurs Administrations de chemins de fer; mais le remède, heureusement, est facile, et nous verrons plus loin en quoi il consiste.

Effet d'une tranchée. — Où les encombrements se produisent avec plus de danger, c'est dans les tranchées qui traversent des plaines d'une certaine étendue, où le vent ne rencontre aucun obstacle. Le courant, comme nous l'avons dit ci-dessus, suit dans certaines limites les ondulations du sol; c'est ainsi qu'en rencontrant une cavité telle qu'une tranchée, il s'infléchit vers le bas et tend à déplacer les couches d'air tranquille ou moins agité de la tranchée. Il en résulte ainsi qu'une partie de la neige entraînée pénètre dans la zone d'air calme et descend à terre, et peu à peu la tranchée se comble, quand la tourmente dure assez longtemps.

La quantité de neige qui pénètre ainsi dans une tranchée étant à peu près la même, quelles que soient les dimensions de celle-ci, il en résulte que les tranchées peu profondes s'enneigent plus rapidement, parce qu'elles offrent moins d'espace à la neige pour s'y déposer, à cause de leur faible section, que les dépôts qui se forment sur les talus sont insignifiants et que la presque totalité de la neige vient directement encombrer la voie. L'expérience, en effet, a démontré que, sauf quelques exceptions, les tranchées ayant de 4 à 6 mètres de profondeur peuvent se considérer comme à l'abri des amoncellements de neige.

Une autre cause peut encore servir à expliquer ce fait. Lorsque le vent n'est pas tout à fait perpendiculaire à la tranchée, en venant frapper le talus opposé, il produit un courant longitudinal selon l'axe de la voie qui entraîne la neige et empêche ainsi tout dépôt sur le fond.

On comprend qu'il faut pour cela que la tranchée ait une certaine profondeur, autrement la surface des talus, étant trop petite, ne suffit pas à infléchir le courant. Voilà pourquoi, même sous ce rapport, les tranchées profondes se trouvent dans de meilleures conditions.

Nous avons dit que le courant s'infléchit vers le bas en passant sur une tranchée; il en résulte qu'avant que la tranchée soit complètement comblée, la surface supérieure de la neige se trouvera en contact avec le courant et la neige cessera alors de se déposer. Cela explique la forme de cette surface qui ne s'adapte point

à la ligne du terrain, mais ressemble à une cunette avec des talus à pentes très douces, qui varient d'un huitième à un dixième. (Fig. 3, pl. V.)

Plus une tranchée a sa direction oblique au vent dominant, moins elle est exposée à être enneigée; tout danger vient même à cesser lorsqu'elle est enfilée par le vent. Si pourtant une tranchée dans ces conditions présentait des sinuosités, la neige se déposerait du côté convexe, comme le sable charrié par les cours d'eau.

Le plus sûr préservatif dans ce cas est d'ouvrir une issue au courant de neige en pratiquant une brèche dans le talus concave à l'entrée de la courbe et sur une certaine étendue.

Les tranchées qui traversent les forêts peuvent être considérées comme à l'abri des amoncellements de neige. Cela se conçoit, car les amoncellements sont l'effet du vent, et les forêts, celles de sapins surtout, l'arrêtent.

Si la tranchée ne traverse pas la forêt, mais ne fait que la longer, elle en sera également protégée quand elle se trouvera en aval de la forêt par rapport au vent et quand elle n'en sera pas trop éloignée. On admet que la protection d'une forêt s'étende à une zone d'une largeur égale au décuple de la hauteur des arbres.

Effet d'une paroi. — Quand un courant vient heurter une paroi pleine, il perd sa vitesse et dépose la neige dont il est chargé au pied de l'écran du côté du vent. Il se forme ainsi un petit triangle de neige et, si le vent est violent et persistant, le triangle finit par atteindre la crête; la neige passe alors de l'autre côté, où elle trouve un milieu relativement tranquille qui lui permet de se déposer au pied de la paroi et de donner naissance à un second triangle; celui-ci peut s'agrandir, lui aussi, jusqu'à atteindre la crête de l'écran, et son talus a une pente plus ou moins douce selon la violence du vent. (Fig. 4, pl. V.)

Quand le vent frappe obliquement une paroi, alors une partie du courant file le long de la paroi, et le triangle de neige qui se forme en amont n'est plus adossé complètement à la paroi, mais il affecte la forme de la figure 5, planche V.

Plus l'obliquité augmente, plus se réduit le dépôt de neige en amont et en aval de la paroi; lorsque le vent devient parallèle à la paroi, il est clair que tout dépôt cesse de part et d'autre.

Si la paroi était à claire-voie, son effet serait semblable à celui d'une haie, le dépôt en amont serait très faible, et presque toute la neige se déposerait en aval.

Tous les observateurs ne sont pas d'accord sur quelques-uns des effets de neige

qui viennent d'être exposés, par exemple sur la différente proportion de la neige qui se dépose en amont ou en aval d'un écran, sur les différents effets d'une paroi pleine ou à claire-voie, sur la forme des dépôts de neige, la pente de leur talus, etc. Cela dépend probablement du phénomène lui-même, qui provient de causes multiples et différentes difficiles à bien préciser et variant beaucoup d'un lieu à un autre.

Mais si l'on ne s'arrête pas aux détails, on peut regarder les principes généraux que nous avons exposés comme admis sans contestation et comme servant de base à l'étude des défenses à choisir pour la protection de la voie.

2. — Première classe de défenses de la voie.

Les défenses adoptées pour protéger la voie contre les amoncellements de la neige sont de types très différents, mais néanmoins on peut les grouper en deux grandes catégories fondées sur deux principes bien distincts. Les unes ont pour but de conserver au courant toute la vitesse à travers la voie et d'empêcher ainsi la formation de tout dépôt; les autres, au contraire, présentent un obstacle au courant et l'obligent à déposer la neige dont il est chargé avant d'arriver sur la voie, laquelle reste libre de tout encombrement.

Pour les parties à niveau, on emploie généralement le premier système; à cet effet, il suffit de remplacer les clôtures pleines (en vieilles traverses ou en haies vives) par des clôtures à claire-voie, aussi ouvertes que possible, par exemple constituées simplement par des piquets reliés au moyen de fils de fer.

Pour les parties encaissées, ce système offre deux types de défense : l'aplatissement des talus et les *haies automatiques* de Lumond Howie.

Aplatissement des talus. — Nous avons vu que le vent suit dans une certaine mesure les ondulations du sol. C'est ainsi que dans une tranchée à talus radoucis, il s'infléchit vers le bas et vient raser la voie, en conservant presque toute sa vitesse, de sorte qu'aucun dépôt de neige ne peut se former ni sur le fond, ni sur les talus. Mais il faut un notable aplatissement de ceux-ci pour que le courant s'infléchisse suffisamment pour venir au contact de la voie. Cet aplatissement offre d'ailleurs un autre avantage : c'est d'offrir sur les talus une plus grande surface à la neige, qui exceptionnellement pourrait se déposer dans la tranchée, et d'empêcher ainsi qu'elle ne vienne encombrer la voie. (Fig. 6.)

La mesure de l'aplatissement est donnée par l'expérience, qui conseille une inclinaison des talus de 10 à 15 degrés, soit 4 à 6 de base pour 1 de hauteur.

Ce moyen, exigeant de fortes dépenses pour l'achat des terrains et le transport des déblais, est inapplicable aux tranchées d'une certaine profondeur. Généralement, quand celle-ci dépasse 1 mètre ou 1^m50, il convient de recourir à d'autres systèmes.

Haies automatiques. — Tel est le nom que leur a donné leur inventeur M. Lumond Howie, mais on pourrait plus justement les appeler « écrans à entonnoir ». Ils consistent, comme l'indiquent les figures 7 et 8, planche V, en un écran situé à 1 mètre de hauteur parallèlement aux talus, soutenu par des chevalets en bois fortement enracinés dans le sol et chargés de pierres ou d'autres poids pour les mettre en mesure de résister à la violence du vent. Celui-ci, quand il frappe contre l'écran, est infléchi vers le bas, vient raser la voie et remonte par le talus opposé; ainsi, même dans les tranchées profondes, il n'existe plus de zones d'air calme, qui favorisent le dépôt de la neige.

Ce système offre l'avantage de ne pas exiger de coûteux achats de terrain, qui sont indispensables, comme nous le verrons, pour tous les autres systèmes de paraneige; mais il doit exiger de fortes dépenses d'entretien et endommager les talus.

Quant à son efficacité, l'inventeur assure avoir déjà fait quelques expériences et avoir obtenu d'excellents résultats. Les cotes qu'on voit dans la figure 8 indiquent le rapport des vitesses du vent dans les différents points de la tranchée, relevés dans une de ces expériences, et prouvent que le courant n'a perdu que 45 p. c. de sa vitesse dans tout le parcours à travers la tranchée.

Si pourtant on appliquait ce système à une tranchée plus large que celle indiquée dans la figure, par exemple à une tranchée à deux voies, à talus plus doux, de 1 : 1 $\frac{1}{2}$, il arriverait probablement que le courant n'irait pas frapper contre le talus en aval, mais qu'il remonterait en passant par-dessus l'écran, comme l'indiquent les flèches de la figure 9, planche V. Alors, sur une des voies, peut-être sur toutes les deux, il se formerait une zone d'air calme où la neige pourrait se déposer. Cela arriverait d'autant plus facilement que la direction du vent serait plus oblique à l'axe de la tranchée.

3. — *Seconde classe de défenses de la voie.*

La seconde espèce de paraneige est la plus nombreuse; il y en a de toutes les formes, de toutes les grandeurs, de toute nature : de fixes et de mobiles, sur une ou sur plusieurs rangées, en maçonnerie, en bois, en terre. Tous ont le but d'arrêter

le courant avant qu'il arrive sur la voie et de le forcer à déposer la neige qu'il entraîne.

Ils agissent ainsi d'une manière analogue aux paratonnerres, qui attirent la foudre sur les édifices qu'ils doivent protéger; et comme eux, ils peuvent être plus dangereux qu'utiles, si quelque faute a été commise dans leur construction.

Il est donc de la plus grande importance de bien étudier les conditions qu'ils doivent remplir pour ne point être obligé ensuite de les modifier ou de les détruire, comme on a dû le faire sur plusieurs lignes où l'on s'était aperçu que les paraneiges adoptés favorisaient les encombrements.

Le choix des dispositions à donner aux paraneiges, du type à adopter et de leurs dimensions, exige la connaissance de deux éléments très importants : la direction du vent dominant et le volume de neige qui peut venir encombrer la voie.

La direction du vent dominant n'est pas aussi facile à fixer qu'on pourrait le croire, car la configuration du sol, le voisinage des montagnes, etc., peuvent la faire changer d'un lieu à un autre : c'est ainsi que dans le Karst, la Bora non seulement varie depuis le nord jusqu'à l'est, mais peut avoir au même instant, sur plusieurs points très rapprochés, deux et même trois directions notablement différentes.

Le volume du dépôt de neige qui peut venir encombrer la voie pendant une tourmente est encore plus difficile à déterminer, car il dépend de causes très nombreuses, comme la direction du vent, sa violence, la durée de la tourmente, la température même, qui influe sur la nature de la neige et la rend plus ou moins transportable par le vent; la nature du sol environnant, son genre de culture, son inclinaison vers la voie, etc.

Quand on réfléchit que toutes ces causes ont une influence qu'on ne connaît pas encore, on se persuadera facilement que la question ne peut être résolue à priori, mais exige au contraire plusieurs années d'observations et d'expériences.

Enfin, lorsque l'on connaît ces deux points, on doit fixer d'après eux le type et les dimensions du paraneige. Il faudrait pour cela connaître quel est le volume de neige qui peut être retenu par un paraneige, sans que le dépôt qui se forme vienne encombrer la voie.

Il existe à ce sujet quelques règles empiriques : on dit, par exemple, qu'un paraneige doit être situé à une distance égale à quatre ou cinq fois sa hauteur de la crête de la tranchée, pour éviter le danger que le triangle de neige, qui vient se déposer en aval de la paroi, ne vienne couper la voie; car, si un paraneige déjà

construit était trouvé insuffisant, on pourrait en établir un second parallèlement et à une certaine distance du premier.

Calcul d'un paraneige. — M. Schüberr et M. Fuchs ont tenté séparément de soumettre au calcul la solution de ce problème, et il sera intéressant d'indiquer le système qu'ils ont suivi, car ce sont les premiers essais tentés dans cette voie.

M. Schüberr avait été chargé d'étudier un système général de paraneiges qui protégèrât la ligne Görlitz-Charlottenhof contre le vent du sud-ouest, lequel occasionnait de fréquents encombrements de la voie et des interruptions de service.

D'après les données qu'il put recueillir, les dépôts de neige formés dans les tranchées atteignaient dans les plus grandes tourmentes la surface de 40 mètres carrés mesurés parallèlement à la direction du vent.

Ce point établi, il ne restait plus qu'à étudier les dimensions d'un paraneige capable de retenir une telle masse de neige sans qu'elle vint encombrer la voie. Le type qu'il choisit fut celui en usage sur les chemins de fer de l'État saxon. Il était formé d'une double rangée de haies, l'extérieure en treillis, l'intérieure à paroi pleine. Toutes deux étaient plantées sur de petits remblais. La hauteur totale de la défense était de 2 mètres au-dessus du sol.

La neige venait ainsi se déposer contre la première haie, en formant un triangle négligeable par sa petitesse, puis dans l'espace compris entre les deux haies, qu'elle remplissait presque entièrement, et enfin elle formait un deuxième triangle dont le talus allait de la crête de la haie presque jusqu'à la voie. (Fig. 10, pl. V.) La surface de ce deuxième triangle dépendait uniquement de la profondeur (h) de la tranchée, et plus elle était forte, plus on pouvait tenir rapprochées les deux haies, en diminuant leur distance (x). M. Schüberr tient constante la hauteur des haies et il détermine leur distance (x) d'après la formule

$$x = 15.90 - 0.305 h^2 - 2.92 h.$$

en exprimant h et x en mètres. Cette formule donne pour $h = 3.87$, $x = 0$, c'est-à-dire que, pour défendre une tranchée de cette profondeur, une seule haie peut suffire. Mais elle donne aussi : $x = 15.90$ pour $h = 0$, ce qui veut dire que la formule cesse alors d'être applicable, car pour une voie à niveau (c'est le cas de $h = 0$) la ligne n'a pas besoin de défense.

L'auteur n'explique pas les hypothèses qui lui ont permis d'arriver à cette formule; elle ne peut donc être étendue à des paraneiges d'autres types; mais elle est néanmoins intéressante, puisqu'elle démontre la possibilité d'instituer un calcul à cet égard.

M. Schübert déclare que les paraneiges construits d'après sa méthode ont donné d'excellents résultats jusqu'en 1886. Cette année pourtant, les 21 et 22 décembre, la neige tomba sous un vent violent du nord-est qui causa l'encombrement de toutes les tranchées; les paraneiges construits contre le vent du sud-ouest ne servaient pas à les défendre et favorisaient au contraire les encombrements.

Nous relatons ce fait, qui ne prouve rien, pourtant, contre l'exactitude des calculs de M. Schübert, puisque, sauf de très rares exceptions, les paraneiges se construisent généralement d'un seul côté de la ligne, car on ne se préoccupe de la défendre que contre le vent régnant. Un fait analogue s'est produit au Karst. Une tranchée qui depuis l'origine de l'exploitation ne s'était jamais encombrée, fut, par suite d'un écart anormal du vent, remplie de neige; mais au moment où, après avoir dégagé les tranchées précédentes, les locomotives de secours arrivèrent avec les chasse-neiges pour la débayer à son tour, la tranchée s'était vidée d'elle-même, balayée par le vent qui avait repris sa direction habituelle.

Après la tourmente de décembre 1886, M. Schübert fit plusieurs observations sur le volume des dépôts qui s'étaient formés en différents points de la ligne, et tâcha d'en déduire l'influence que les conditions du sol environnant exerçaient sur eux. Il mesura la surface des sections des tranchées encombrées, suivant un plan parallèle à la direction du vent, et il trouva qu'elles variaient de 19 à 25 mètres carrés là où le terrain en amont était sur une largeur de 1,500 à 2,000 mètres presque plat, dépourvu de cultures, de fossés ou d'autres obstacles de nature à arrêter la neige au passage.

Il en conclut qu'une bande de 80 mètres de largeur dans de telles conditions occasionnait sur la voie un dépôt de 1 mètre cube par mètre linéaire de voie.

Dans d'autres points où le terrain offrait quelques obstacles au vent par ses plantations, ses fossés, etc., les dépôts qui se formaient étaient moindres et il put en déduire qu'il fallait une largeur de 150 mètres pour produire l'encombrement d'un mètre cube.

Ces chiffres ne seraient pas applicables dans d'autres régions, car ils dépendent aussi et en premier lieu de la violence du vent et de la durée de la tourmente, éléments que M. Schübert n'a pas donnés; mais nous avons cru utile de les rapporter pour indiquer que, même dans cette voie, on a tenté quelques essais et qu'à l'avenir on réussira peut-être à obtenir des données suffisantes pour permettre un calcul exact.

Une seconde formule a été donnée par M. Fuchs. Elle est applicable à un paraneige constitué d'un seul remblai de la hauteur h et situé à 19^m50 de l'axe de la

voie. (Fig. 11, pl. V.) Appelant H la profondeur de la tranchée, le volume de neige qui pourrait se déposer sans encombrer la voie serait l'expression :

$$F = 21.3 \cdot h - 0.6 \cdot h \cdot H - 1.9 \cdot h^2 + 4.3 \cdot H + 0.5 \cdot H^2 - 17.8$$

Cette formule a été obtenue par l'hypothèse que la neige se dépose selon une surface supérieure inclinée de $1 : 10$ et un talus latéral de $1 : 1 \frac{1}{4}$. M. Fuchs est le seul auteur, à notre connaissance, qui suppose cette forme au dépôt et, quoique la chose soit théoriquement vraisemblable, il faudrait qu'elle fût confirmée par l'expérience.

En connaissant F et H , on peut tirer de cette formule la hauteur h à donner au remblai. Mais M. Fuchs prend généralement la hauteur du remblai constante et égale à 1^m50 ; alors sa formule se simplifie et devient :

$$F = 9.8 + 3.4 \cdot H + 0.5 \cdot H^2.$$

Si la profondeur H de la tranchée est de 2^m10 , on obtient pour F la valeur de 19 mètres carrés, surface qu'il croit suffisante pour protéger la ligne; si au contraire la tranchée n'a que la profondeur de 1^m50 , on obtient : $F = 16.1$ mètres carrés et la surface pour le dépôt de la neige est trop petite de trois mètres carrés. Alors, au lieu d'élever le paraneige ou de l'éloigner de la tranchée, il propose d'élargir la tranchée comme il est indiqué à la figure 12, planche V, et il donne une formule qui permet de fixer la largeur l de cette excavation.

M. Fuchs examine ensuite le cas des tranchées d'une profondeur supérieure à 2^m10 , ainsi que les cas où le terrain situé entre la tranchée et le paraneige n'est pas horizontal, mais incliné. Il donne des formules pour calculer dans les différents cas l'élargissement des tranchées, l'aplatissement des talus, etc., mais les bornes imposées à cet exposé ne nous permettent pas de les rapporter, d'autant plus qu'elles n'ont pas une grande importance, car elles sont fondées sur le principe que nous avons déjà énoncé et dont l'on devrait avant tout démontrer la justesse.

Malgré les indications données par MM. Fuchs et Schüberr, vu l'insuffisance des expériences faites et des données recueillies, on ne pourrait tenir compte dans un calcul de ce genre de tous les éléments si variables du problème, et l'on ne pourrait ainsi être sûr d'arriver à un bon résultat.

Si l'on veut être vraiment certain de l'efficacité d'un paraneige, on doit recourir à l'expérience en établissant d'abord des défenses provisoires pour juger des résultats qu'elles donnent, et procéder ensuite à la construction des défenses définitives.

C'est ainsi que dans le Karst, et malgré les dépenses que cela entraîne, on ajourne la construction des paraneiges définitifs en maçonnerie jusqu'à ce que la disposition de chaque défense ait reçu la sanction de l'expérience et du temps, et l'on ne commence plus aucun mur sans un essai préalable avec les écrans en bois qui deviennent successivement disponibles.

Sur les lignes autrichiennes du nord-ouest, les défenses stables, constituées de remblais ou de parois en planches, ne sont établies qu'après les essais faits avec des treillis mobiles ou de palissades d'osiers entrelacés.

Nous pouvons à présent passer à l'examen des différents systèmes de défenses qui composent la seconde classe.

Élargissement de la tranchée. — L'aplatissement des talus et l'élargissement de la tranchée sont généralement considérés comme des systèmes analogues, mais nous avons cru devoir les classer dans deux groupes séparés, en ayant égard au but très différent que l'on se propose dans les deux cas.

Nous avons vu, en effet, que l'aplatissement des talus avait pour but d'empêcher la formation de tout dépôt de neige, dans la tranchée, en permettant au vent de raser la surface des talus et de la voie, tandis que par l'élargissement de la tranchée le dépôt se forme dans la partie élargie en contre-bas de la voie.

Ce système consiste essentiellement dans la création, sur le fond de la tranchée, d'une banquette qui doit avoir une largeur proportionnée à la quantité de neige qui peut venir s'y déposer, chose que l'expérience peut faire connaître. Généralement, on donne à la tranchée une surlargeur de 2^m50 à 4 mètres. (Fig. 13, pl. V.)

Ce système ne me semble pas parfait. D'abord, il est encore plus coûteux que l'aplatissement des talus, comme l'a prouvé l'expérience faite sur les chemins de fer Berlin-Anhalt et Magdebourg-Leipzig. Ensuite, il peut se trouver facilement en défaut, soit parce que l'élargissement de la tranchée n'est pas suffisant pour contenir toute la neige qui y est poussée, soit parce que la violence du courant entraîne la neige contre le talus d'aval, au lieu de la déposer sur le talus d'amont; l'élargissement de la tranchée devient alors inutile et la voie s'encombre également.

Pour éviter cet inconvénient, on peut construire à une certaine distance de la crête du talus un cavalier en terre de 1 mètre à 1^m50 de hauteur en utilisant pour sa construction le terrain de déblai.

Il est certain qu'en augmentant ainsi la surface où la neige peut se déposer, la défense devient beaucoup plus efficace; mais alors on doit la classer parmi les paraneiges, que nous examinerons bientôt.

L'élargissement de la tranchée offre pourtant un avantage : c'est de faciliter le travail du chasse-neige en offrant un espace où la neige peut se déverser.

Règles générales sur les paraneiges. — Pour l'établissement des paraneiges, on doit suivre quelques règles générales qu'il sera utile d'exposer avant de passer à la description des différents systèmes adoptés :

1° La hauteur des paraneiges et leur distance de la crête de la tranchée doivent être en relation avec la profondeur de celle-ci et avec le volume du dépôt qui pourra s'y former.

Après tout ce que nous avons dit à ce sujet, il suffit d'énoncer cette condition pour que l'on soit persuadé de sa grande importance.

Il en résulte que la hauteur des paraneiges pourra se réduire à zéro, c'est-à-dire qu'on peut les supprimer lorsque la tranchée devient assez profonde pour offrir sur ses talus un espace suffisant à la neige pour s'y déposer. L'expérience enseigne pour chaque ligne et pour chaque région à quelle profondeur une tranchée peut se dire à l'abri des encombrements ;

2° Généralement, le paraneige ne s'établit que d'un seul côté de la tranchée, c'est-à-dire du côté amont par rapport au vent dominant, le seul contre lequel on cherche à protéger la voie. D'ailleurs, si le vent tournait, le paraneige pourrait encore servir à favoriser un courant longitudinal dans la tranchée qui empêcherait tout dépôt de neige.

On établit les paraneiges des deux côtés dans les courbes très étroites, et dans les cas exceptionnels où les encombrements peuvent être produits par deux vents contraires.

Dans ce dernier cas, les deux paraneiges peuvent avoir des dimensions inégales, selon la violence du vent contre lequel ils sont construits ;

3° La meilleure disposition à donner aux paraneiges est de les placer parallèlement à la crête du talus, surtout lorsque le vent régnant souffle presque perpendiculairement à la voie.

Si le vent coupait la voie trop obliquement, on pourrait adopter d'autres dispositions, par exemple placer les écrans comme des coulisses de théâtre. (Fig. 14, pl. V.) On a ainsi l'avantage de réduire leur longueur. Mais ce système, qui n'a d'autres mérites que celui d'une petite économie, ne réussit que lorsque la direction du vent est bien fixe, car il est facilement en défaut quand le vent tourne.

Il est plus pratique de finir les paraneiges par des ailes lorsque la direction du vent forme un angle oblique avec la ligne. (Fig. 15, pl. V.) On a ainsi l'avantage

que le retour d'amont recouvre mieux la tranchée et celui d'aval renvoie le courant de neige longitudinal et le détourne de la voie:

4° Il faut prolonger le paraneige un peu au delà de la tranchée pour protéger le point de passage du remblai au déblai, point qui s'encombre le plus facilement.

M. Schübert a étudié, pour son paraneige à double haie que nous avons déjà décrit, une excellente disposition que nous rapportons à la figure 16, planche V, et qui protège l'embouchure de la tranchée contre les vents du sud et du sud-est;

5° Malgré les ailes qui terminent les paraneiges, les tranchées peuvent encore être sujettes à l'envahissement des neiges à leur embouchure dans une station. Il faut alors étudier des dispositions spéciales pour les protéger comme celles indiquées à la figure 17, planche V, qui ont été adoptées à la station d'Adelsberg; ou bien appliquer aux tranchées des portes que l'on ferme à l'approche des bourrasques. On doit donner à la porte une disposition telle que la neige rejetée contre elle ne puisse en empêcher le fonctionnement. Il faut pour cela qu'elle forme un angle aigu avec la voie, ou, si elle est à double battant, que ceux-ci fassent un angle aigu entre eux.

Des portes semblables sont aussi appliquées à l'embouchure de certains tunnels, soit pour les protéger contre l'envahissement des neiges, soit pour empêcher la formation de stalactites de glace dans l'intérieur du tunnel, lesquels présenteraient de sérieux dangers à la circulation des trains. C'est ainsi que le tunnel du Simmering est muni d'une porte du côté de la Styrie et le tunnel de Hauenstein (ligne Bâle-Olten) de rideaux;

6° Enfin, pour assurer la continuité des défenses aux passages à niveau, on peut y appliquer une porte que l'on ferme à l'approche des bourrasques.

Différents types de paraneiges. — Remblais. — Les remblais de défense contre la neige ont généralement la hauteur de 1 à 4 mètres, une largeur au sommet de 50 centimètres et une inclinaison des talus de 1 : 1 à 1 : 1 $\frac{1}{4}$. On tient souvent le talus extérieur plus raide que l'intérieur.

Lorsque la construction du remblai se fait en même temps que celle de la ligne, on utilise pour sa formation le terrain de déblai. Si, comme il arrive le plus souvent, on le construit lorsque la ligne est déjà finie, alors on se procure la terre nécessaire, soit en creusant un fossé en avant ou en arrière du remblai, soit en élargissant la tranchée en y pratiquant une banquette. De toute façon, on a l'avantage d'augmenter ainsi la surface de dépôt de la neige.

Nous donnons à la figure 18, planche V, le dessin du paraneige adopté par la

Sudbahn. C'est un remblai à section triangulaire de 4^m80 de base et 1^m90 de hauteur, situé à 30 mètres de l'axe de la voie.

Lorsqu'un seul remblai est insuffisant à protéger la voie, on en établit un second parallèlement au premier et l'on creuse l'espace compris entre eux pour en retirer la terre nécessaire à leur construction et pour augmenter la surface de dépôt de la neige. (Fig. 19, pl. V.)

Généralement, on surmonte les remblais de haies, de parois ou de treillis, ce qui permet de leur donner une faible hauteur tout en obtenant le même effet. (Fig. 19, pl. V.)

Ainsi, sur la ligne Görlitz-Charlottenhof, que nous avons déjà citée, la défense adoptée consistait en deux remblais de 60 centimètres de hauteur, surmontés, l'extérieur par un treillis, l'intérieur par une paroi pleine faite en vieilles traverses, d'une hauteur totale de 2 mètres.

Sur les lignes du Nord-Ouest autrichien, on n'a qu'un seul remblai de défense d'une hauteur de 2 à 3 mètres, placé à 10 ou 25 mètres de la tranchée et dont le talus et le sommet sont revêtus de plantations.

Les remblais en terre présentent sur tous les autres paraneiges l'avantage d'exiger une dépense minime d'entretien, mais ils sont moins efficaces qu'un écran de la même hauteur; et cela se conçoit, car le courant, au lieu de frapper une surface verticale qui détruit brusquement sa vitesse et l'oblige ainsi à déposer la neige dont il est chargé, rencontre un talus plus ou moins incliné qui l'infléchit vers le haut, ralentit sa vitesse mais ne l'arrête pas.

On construit rarement des remblais d'une hauteur supérieure à 4 mètres, car leur construction deviendrait alors trop coûteuse, à cause des forts travaux de terrassements qui seraient nécessaires. On recourt, dans ce cas, à d'autres systèmes.

Écrans en bois. — Selon leur hauteur, on adopte différents types. Quand ils sont peu élevés, on utilise dans leur construction de vieilles traverses, qu'on plante verticalement dans le sol, en les reliant par une file horizontale de traverses (Fig. 20, pl. V), ou bien on les dispose horizontalement, en les serrant entre des pieux jumelés. (Fig. 21, pl. V.)

Quand leur hauteur doit atteindre de 6 à 7 mètres, alors on les construit en madriers jointifs cloués sur de solides montants, fichés dans le sol, soutenus de distance en distance par des contre-fiches. Ce système est appliqué surtout dans le Karst et, malgré le bas prix du bois dans cette région, il revient de 20 à 24 francs le mètre courant.

En Amérique, les écrans en bois sont d'un type tout différent; au lieu d'être verticaux et pleins comme ceux que nous avons décrits, ils sont inclinés et à claire-voie avec un retour d'équerre à la partie supérieure (Fig. 22, pl. V), et ils sont généralement établis sur plusieurs files parallèles, éloignées l'une de l'autre d'une dizaine de mètres. (Fig. 23, pl. V.)

Ils sont formés de panneaux amovibles de 5 à 6 mètres de longueur, qui peuvent être placés dans diverses directions, de manière à briser les courants d'air et à retenir entre eux les masses de neige.

Leur légèreté permet de les enlever pendant l'été et de restituer à la culture les terrains sur lesquels ils ont été construits.

Écrans en maçonnerie. — Ils sont appliqués dans une large mesure à la ligne du Karst, où on les substitue aux écrans en bois quand l'expérience a prouvé la meilleure disposition à leur donner. Ils ont parfois une hauteur de 5 à 6 mètres, et souvent leur calotte supérieure est hordée et le reste en pierre sèche.

Celui représenté à la figure 24, planche V, est adopté par la Sudbahn. Il a une hauteur de 4^m80, une épaisseur à la base de 1^m90, au sommet de 64 centimètres. Eu égard aux ressources de la localité, ils ne reviennent qu'à 30 ou 40 francs le mètre courant.

Sur quelques points où le mur qui a été construit ne suffit pas complètement, on se propose de le doubler par une seconde ligne, élevée à une certaine distance et parallèlement à la première.

Palissades. — Elles sont constituées par des pieux plantés dans le sol, qui soutiennent des branches de saule ou de jonc entrelacées, des fagots ou des broussailles reliés entre eux par des fils de fer.

Pour leur donner une plus grande résistance, on les établit souvent sur un double plan.

Leur hauteur peut atteindre de 2 mètres à 2^m30.

Ce genre de défense est très facile et très rapide à construire, mais son entretien est très coûteux. Ils ne conviennent donc qu'à titre provisoire ou pour des essais.

En Autriche, leur usage est très répandu et on les adopte là où les tourmentes de neige ne sont pas trop violentes, car elles ne peuvent offrir au vent qu'une faible résistance.

L'hiver fini, on les démolit, ce qui permet de rendre à la culture les terrains où on les avait plantés, et n'oblige point à de coûteuses expropriations.

En Finlande, on les plante sur la première neige tombée, ce qui diminue la dépense de leur construction.

Treillis mobiles. — Ils sont constitués de panneaux mobiles en osiers, en roseaux ou en ramilles tressées qui ont une hauteur de 1 à 2 mètres, une largeur de 2 à 3 mètres et qui sont appuyés à des piquets plantés en terre, comme on voit aux figures 25 et 26, qui représentent le type adopté par la Sudbahn.

D'après ce système, la distance des piquets entre eux doit être en relation avec la longueur des panneaux ; mais on peut l'augmenter et diminuer ainsi le nombre des piquets, en les reliant entre eux au moyen de fils de fer sur lesquels s'appuient les panneaux.

Ces défenses peuvent souvent être très utiles, grâce à leur extrême mobilité et à la grande facilité de leur construction.

Plantations. — Nous avons déjà dit que les forêts sont la protection la plus efficace contre les amoncellements de neige. Une bande de quelques mètres d'épaisseur, plantée sur la lisière du chemin de fer, n'est pas l'équivalent d'une forêt, mais elle peut servir comme un excellent paraneige quand elle a été plantée avec quelques soins spéciaux.

L'effet d'une simple haie, comme nous l'avons déjà vu, n'est pas d'arrêter le courant, mais de le ralentir, et d'occasionner ainsi un dépôt en aval.

Les plantations de défenses doivent donc être établies avec des précautions spéciales pour ne point présenter cet inconvénient, qui les rendrait plus dangereuses qu'utiles.

Dans ce but, il faut les planter sur plusieurs rangées, les disposer en quinconce et couper fréquemment la rangée extrême de façon à la maintenir à l'état de haie, pour ne point livrer passage au vent près du sol. On laisse grandir davantage la rangée suivante et ainsi de proche en proche. Généralement, les essences préférées sont les sapins, les épicéas, les pins, les mélèzes, etc. Le choix qu'on doit faire devrait être guidé par la condition du terrain, le climat, l'exposition, etc.

Les plantations faites dans ces conditions ont donné d'excellents résultats. En Belgique, on n'adopte point d'autre défense pour les tranchées, et, depuis qu'elles sont établies, leur efficacité n'a jamais été mise en défaut.

Ce système a le grand avantage de retenir la neige quelle que soit la direction du vent, ce qui le rend très utile pour protéger les têtes des tranchées. De plus, on a l'avantage de pouvoir proportionner l'importance de la défense à la gravité du mal en faisant varier le nombre de lignes de massifs.

Une précaution à prendre, c'est de protéger la rangée de jeunes plantes contre les tourmentes de la neige par des palissades ou des écrans, tant qu'elles n'ont pas atteint la hauteur nécessaire pour pouvoir résister. (Fig. 19, pl. V.)

Les plantations sont aussi utilisées pour améliorer et augmenter l'effet d'autres défenses; c'est ainsi qu'on les place sur les crêtes des remblais paraneiges. (Fig. 19.)

Plantées sur les talus des remblais, elles ont l'avantage d'arrêter la neige et d'empêcher les encombrements de la voie; sur les talus des tranchées, elles empêchent le glissement de la neige, qui pourrait venir encombrer la voie par éboulement.

Remblai de neige retroussé. — Enfin, on peut former un paraneige avec la neige elle-même, en la disposant en forme de remblai. Ce système présente quelque utilité, mais il ne serait pas prudent de s'y fier, car il arrivera souvent que la neige, poussée par le vent, viendra encombrer la tranchée avant qu'on ait eu le temps de retrousser celle qui est déjà tombée.

Galleries. — Pour en finir avec les moyens de défense contre la neige, nous devons parler encore des galeries artificielles. En réalité, elles sont construites dans un autre but que les paraneiges décrits jusqu'à présent, car elles doivent défendre la voie non seulement contre les encombrements produits par le vent, mais surtout contre la chute naturelle de la neige. Nous avons cru pourtant pouvoir en remettre la description à la suite des paraneiges, car, en définitive, elles ne sont qu'un paraneige plus complet, plus sûr, plus parfait que les autres.

La première ligne sur laquelle on les ait adoptées est celle du mont Cenis. Elles étaient construites en bois et recouvertes de tôle galvanisée. L'aération était assurée par une fente longitudinale pratiquée le long du toit et par des fentes latérales. Malgré cela, la fumée causait de sérieux ennuis aux voyageurs, à cause des dimensions trop étroites de la galerie. Elles occasionnaient en outre des difficultés sérieuses au point de vue de l'exploitation, attendu que la vapeur en se condensant rendaient les rails gras et produisait le patinage des locomotives.

En Amérique, les lignes qui traversent les montagnes Rocheuses et la Sierra-Névada sont munies de galeries, qui furent beaucoup mieux construites que celles du mont Cenis et qui coûtèrent seulement 40 francs au lieu de 75 francs le mètre courant, vu le bas prix du bois dans ces régions.

Elles ont une hauteur libre de 5^m49 et une largeur de 4^m88. (Fig. 27, pl. V.) Grâce à ces dimensions et aussi au système de jours ménagés à la fois dans les

bordages latéraux, qui s'arrêtent d'ailleurs à une certaine distance du sol, et dans les lanternes qui surmontent la toiture, une ventilation très satisfaisante est assurée.

Des panneaux amovibles, à coulisse ou charnière, sont disposés de place en place pour donner en été plus d'air et de lumière.

Ces galeries sont assez robustes pour résister à des pressions du vent de 50 kilogrammes par mètre carré et aux charges de neige qu'elles sont appelées à supporter, lesquelles atteignent 3 ou 4 mètres de hauteur et parfois 15 mètres, près du faite de la Sierra-Névada.

Les revêtements en bois sont généralement interrompus, à des distances qui varient de 400 à 800 mètres, par des revêtements en tôle galvanisée destinés à empêcher la propagation des incendies.

Malgré ces revêtements additionnels, les galeries en bois sont encore exposées aux incendies, et pour les prévenir on a dû constituer un service spécial. Des trains de wagons munis d'un attirail de pompes sont toujours prêts à se porter sur les points où l'on signale un commencement d'incendie; ces trains doivent passer avant tous les autres, des gardes postés à l'intérieur des galeries à des distances de 1,500 à 2,000 mètres leur donnant par télégraphe le signal d'alarme.

Les incendies deviennent moins fréquents à mesure que l'on construit de nouvelles longueurs de revêtements métalliques, mais il ne se passe guère d'années où il ne s'en produise. En 1877, par exemple, le feu a dévoré sur le Central Pacifique 1,446 mètres de galeries.

En Norvège aussi, pays qui par sa position est très exposé aux bourrasques de neige, on a adopté sur plusieurs lignes des galeries de défense en bois. Elles sont construites plus économiquement qu'en Amérique. Elles ont leur toit recouvert d'asphalte pour les protéger contre les incendies. (Fig. 28.)

Nous avons fini ici la description des paraneiges et nous pouvons conclure que leur emploi est d'une incontestable utilité, qu'il permet d'assurer la circulation des trains sur des lignes qui sans cela seraient encombrées à tout moment, et qu'il sert, dans une certaine mesure, à réduire les dépenses de déblaiement des neiges.

C'est ainsi que certaines Compagnies de chemins de fer ont consacré des sommes très fortes à la construction des paraneiges et, pour n'en citer qu'une seule, la Sudbahn a dépensé à cet effet plus de 600,000 francs; mais les excellents résultats obtenus ont justifié cette dépense.

C. — AVALANCHES.

On peut en distinguer deux espèces : les avalanches proprement dites, et les éboulements. Les premières sont causées par des masses de neige qui se détachent du flanc trop abrupte des hautes montagnes et roulent jusqu'au fond de la vallée en entraînant dans leur chute irrésistible tout ce qu'elles rencontrent. Les seconds se produisent quand la chaleur fait dégeler la partie inférieure d'un banc de neige situé sur un terrain incliné, et alors la partie supérieure, ayant perdu son appui, glisse le long des flancs de la montagne.

Dans ce dernier cas, la violence de la chute est moindre, mais la neige étant en masses compactes peut être encore plus dangereuse. En petite proportion, les éboulements peuvent se produire sur les talus des tranchées et, pour en défendre la voie, il convient d'y planter des arbustes.

Opposer une résistance à l'avalanche serait impossible et on ne l'a pas même tenté; on a essayé tout au plus de les faire dévier et certains villages sont ainsi protégés par des digues qui détournent l'avalanche vers des points où elle ne peut causer aucun danger.

Les chemins de fer aussi peuvent être protégés de cette façon, et comme exemple, on peut citer la digue en maçonnerie d'Engadine, la digue en maçonnerie avec contredigue en terre construite à Stuben sur l'Arlberg, et les digues en terre avec encoffrement en planches, ou avec murettes en maçonnerie, établies sur la ligne du Brenner.

Pourtant, le système le plus généralement répandu pour protéger la voie est de la recouvrir de galeries artificielles et de céder ainsi le pas à l'avalanche qui ira porter plus loin ses effets désastreux.

Le toit de ces galeries doit être incliné et s'adapter à la pente du terrain pour offrir la moindre résistance possible à l'avalanche.

Ces galeries artificielles peuvent se construire en bois ou en maçonnerie; les premières ont l'avantage de mieux se prêter à une bonne ventilation, mais leur entretien est plus coûteux et elles sont toujours exposées aux dangers des incendies. En Europe, on donne la préférence aux secondes et il en existe plusieurs sur les lignes qui traversent les Alpes. Nous donnons à la figure 29, planche V, le dessin des galeries adoptées sur la ligne du Brenner.

En Amérique, au contraire, on adopte généralement les galeries en bois par raison d'économie et parce qu'on les construit beaucoup plus rapidement. Nous

donnons à la figure 29, planche V, le dessin d'une de ces galeries. On y emploie généralement 8 mètres cubes de bois par mètre courant de voie.

II

DÉBLAIEMENT DES NEIGES.

Dans la première partie de cet exposé, nous avons examiné les précautions à prendre pour éviter les encombrements des voies par les neiges. Il nous reste, à présent, à étudier la meilleure manière d'organiser les moyens d'action pour le rapide déblaiement des voies.

Il suffit de réfléchir à la grande importance que les chemins de fer ont acquise dans la vie des peuples, pour se persuader de l'impérieuse nécessité d'assurer par tous les moyens possibles la continuité de la circulation des trains. C'est là, en effet, la préoccupation principale des Compagnies de chemins de fer, et, pour y réussir, elles ont étudié et adopté une organisation spéciale pour le service en temps de neige.

Les systèmes suivis sont très différents entre eux, et l'on comprend, en effet, qu'une bonne organisation du service de déblaiement des neiges doit s'adapter aux climats et aux régions traversés et tenir compte d'éléments très variables, la quantité et la hauteur des neiges, la facilité du recrutement des ouvriers, le prix de la main-d'œuvre, les conditions de la ligne, etc.

Nous examinerons donc les différents systèmes suivis, et comme le caractère principal qui sert à les distinguer dépend du différent emploi que l'on fait des chasse-neiges et du type adopté, nous commencerons par leur description.

A. — DESCRIPTION DES CHASSE-NEIGES.

Les chasse-neiges peuvent se ranger en trois classes bien distinctes :

- 1° Petits chasse-neiges manœuvrés à bras d'homme ou par chevaux;
- 2° Chasse-neiges fixés à l'avant des locomotives;
- 3° Chasse-neiges sur véhicules isolés.

1° Petits chasse-neiges manœuvrés à bras d'homme ou par chevaux.

Lorsqu'il s'agit de débarrasser la voie ou, pour mieux dire, le rail d'une très faible épaisseur de neige, qui n'empêcherait point tout à fait la marche des trains

mais la ralentirait, le garde-ligne peut se servir de la pelle en la faisant glisser sur la surface du rail.

Mais avec la pelle on n'obtient qu'un déblaiement imparfait, et d'ailleurs son maniement est long et pénible. On a donc eu l'idée de recourir à des racloirs en bois de forme triangulaire, munis d'une entaille qui s'adapte aux rails et pourvus d'un manche incliné à l'arrière; ce manche est saisi par le garde-ligne et lui sert pour pousser le racloir.

Nous donnons aux figures 1 et 2, planche VI, le dessin du racloir adopté par les chemins de fer wurtembergeois de l'État. Le triangle de base a une longueur de 80 centimètres, une largeur de 70 centimètres et une épaisseur de 22 centimètres.

Il a donné d'excellents résultats pour des hauteurs de 10 à 20 centimètres de neige. Il est employé aussi sur d'autres réseaux, par exemple sur celui du Nord-Est suisse.

Mais quand l'épaisseur augmente, son emploi devient impossible, car il rejette la neige vers le milieu de la voie, où elle vient gêner la marche des locomotives. Il faut donc recourir à des moyens plus efficaces, et tels sont les chasse-neiges ou traîneaux à traction de chevaux.

Il y en a de plusieurs types, et le plus parfait est certainement celui construit par M. Schiroky. Il peut servir à débayer des bancs de neige de 27 centimètres d'épaisseur. Il se compose d'un coin triangulaire long de 2^m50 et d'une égale largeur à la base, qu'on peut augmenter encore au moyen d'ailes mobiles.

Il s'adapte sur les rails et déblaie la neige jusqu'à quelques centimètres au-dessous du champignon. Pour le retirer de la voie ou pour le faire passer sur les passages à niveau ou sur les croisements de voie, on le soulève sur trois galets à vis.

Ce chasse-neige est si bien construit et si robuste, qu'on peut le faire traîner même par des locomotives.

Il coûte 2,500 francs, et c'est là un obstacle presque insurmontable à son adoption. En effet, l'emploi des chasse-neiges à traction de chevaux exige qu'on en possède un très grand nombre pour pouvoir passer et repasser fréquemment sur la ligne et empêcher ainsi la neige de s'accumuler sous de fortes épaisseurs qui rendraient impossible leur fonctionnement.

Chaque équipe de cantonniers devrait donc en avoir un ou deux, chose impossible avec le chasse-neige Schiroky, à cause de la dépense trop forte qu'on devrait supporter.

Ensuite, il doit exiger de fortes dépenses d'entretien, car le mécanisme dont il est fourni doit se gêner facilement.

Ces raisons ont poussé les Administrations de chemins de fer à rechercher des types plus simples et moins coûteux.

Nous reproduisons à la figure 3, planche VI, celui en usage sur les chemins de fer du Sud de l'Autriche. C'est un grand triangle en bois recouvert de tôle sur la pointe, et muni d'entailles qui s'adaptent aux rails et qui le maintiennent sur l'axe de la voie; il est long de 4 mètres et a 4^m10 de largeur à la base.

Il est muni sur les flancs d'ailes mobiles, qu'on peut replier et qui réduisent sa largeur, ce qui le rend utilisable même sur les lignes à deux voies.

Ce chasse-neige, avec des modifications très légères, est adopté par les chemins de fer du Nord-Est suisse, du Jura-Berne-Lucerne et du Wurtemberg.

Malgré la possibilité de réduire sa largeur en repliant les ailes mobiles du chasse-neige, il présente toujours quelques inconvénients sur les lignes à double voie et l'on préfère se servir alors de chasse-neiges dissymétriques.

Nous reproduisons figure 4, planche VI, celui en usage sur les lignes du Nord-Est suisse; le Jura-Berne-Lucerne, les chemins de fer du Wurtemberg et du Sud de l'Autriche en possèdent de semblables.

Ces petits traîneaux fonctionnent très bien pour des épaisseurs de neige allant jusqu'à 20 ou 30 centimètres. Au delà, les résistances deviennent trop fortes, et même en y attelant deux chevaux, on ne réussirait point à les faire fonctionner. Il convient alors de se limiter au déblaiement d'une seule moitié de la voie et, dans ce but, on a construit des chasse-neiges dissymétriques, qui glissent sur un seul rail. Nous reproduisons figure 5, planche VI, le dessin de celui en usage sur les lignes du Wurtemberg.

Enfin, un dernier type de chasse-neige à traction de chevaux est possédé par le Jura-Berne-Lucerne. Il est de forme symétrique, mais ne déblaie qu'un tiers de la voie. Nous indiquons à la figure 6, planche VI, la manière de s'en servir.

2° Chasse-neiges fixés à l'avant des locomotives.

Ce sont des socs de charrue en fer, en bois ou de structure mixte, qu'on boulonne sur le devant des locomotives et qui déblaient la voie jusqu'à quelques centimètres au-dessus du rail.

Le plus simple est celui en usage sur les lignes du Gothard. Il consiste en deux petits socs qu'on adapte aux chasse-pierres et qui permettent au train de

franchir des bancs de neige de 30 à 35 centimètres d'épaisseur, mais qui présentent l'inconvénient d'accumuler la neige vers le milieu de la voie, où elle peut gêner la marche des locomotives en pénétrant dans leur foyer.

Le type généralement adopté consiste dans un seul soc de charrue qu'on fixe à l'avant de la locomotive et qui déblaye la voie tout entière en rejetant la neige sur les accotements. Il y en a de dimensions très variables, et nous les examinerons successivement.

Nous indiquons, figure 7, planche VI, le petit chasse-neige adopté par les chemins de fer suédois, qui peut servir pour des épaisseurs de neige allant jusqu'à 45 centimètres.

Cet appareil est en bois doublé de tôle de 4 millimètres d'épaisseur, et coûte 200 francs. Il est d'un maniement très facile et il ne faut pas plus de dix minutes pour le fixer aux machines.

Les chemins de fer finlandais et norvégiens s'en servent aussi.

Le chasse-neige employé par les Compagnies de chemins de fer du Nord et de l'Est français, représenté à la figure 8, planche VI, est également d'un montage facile. Il suffit de quatre boulons sur la traverse d'avant de la machine et de deux supports prenant leur point d'appui sur les chasse-pierres pour maintenir le chasse-neige.

Les autres chemins de fer français ont adopté des types semblables.

Celui de la Compagnie de l'Ouest coûte 205 francs, pèse 180 kilogrammes et peut servir jusqu'à la hauteur de 70 centimètres.

Celui des chemins de fer du Midi, également en tôle mais de dimensions plus considérables, est fixé sur la traverse d'avant de la locomotive et contreventé par des tirants se reliant à la chaudière. Il pèse 705 kilogrammes et coûte 1,500 francs. Il peut servir pour des hauteurs de plus d'un mètre.

En Angleterre, le type adopté est tout différent, car on a étudié un profil qui permet d'utiliser le chasse-neige sur les lignes à double voie. On le fait dissymétrique, de façon que les deux tiers de la neige soient rejetés à gauche de la locomotive et un tiers seulement à droite du côté de l'entrevoie. La figure 9, planche VI, indique le type adopté par le Midland Railway. Il est en bois revêtu de tôle et peut servir pour des épaisseurs de neige allant jusqu'à 1^m50. Le Great Eastern Railway en possède un type analogue, mais il se sert aussi du chasse-neige symétrique.

Il serait préférable, sans doute, sur les lignes à double voie, d'avoir un chasse-neige qui rejetât toute la neige sur les accotements et laissât libre l'entrevoie,

mais on faciliterait ainsi les déraillements par l'inégalité de résistance opposée à la marche des locomotives. Le chasse-neige indiqué à la figure 9, planche VI, doit, lui aussi, présenter cet inconvénient dans une certaine mesure.

Les chemins de fer anglais n'ont point signalé cet inconvénient, il est vrai, mais ils font un usage si limité du chasse-neige, que leur silence à ce sujet n'a pas une grande valeur.

En effet, le Great Eastern Railway, par exemple, ne s'en est point encore servi, le Midland Railway ne l'emploie que sur la seule ligne Carlisle-Hellifield, et le Great Northern Railway ne l'utilise pas depuis plusieurs années.

D'un autre type est le chasse-neige américain, qui, par ses dimensions et la solidité de sa construction, peut servir à débayer des bancs de neige de plus de 2 mètres d'épaisseur. Nous donnons (Fig. 10, pl. VI) le dessin du chasse-neige du Northern Pacific Railway, qui coûte 3,500 francs.

Le chasse-neige américain présente un autre avantage sur l'euro péen, c'est que le tranchant de son éperon peut être abaissé ou soulevé de façon qu'on peut lui faire raser les rails et débayer toute la neige au-dessus, tandis que l'euro péen ne commence à fonctionner qu'à 6, 10 et même 15 centimètres au-dessus du rail.

3^e Chasse-neige sur véhicules isolés.

Il y en a de plusieurs types que nous décrirons successivement, en commençant par le plus simple, adopté par les chemins de fer italiens de la Méditerranée, de l'Adriatique et du Nord de Milan, par les chemins de fer du Jura-Berne-Lucerne, du Central suisse et de la Suisse occidentale.

Il consiste dans un soc de charrue, adapté au châssis d'un wagon à marchandises. Il ressemble ainsi aux chasse-neiges fixés à l'avant des locomotives, avec la différence pourtant que le soc est attaché d'une manière indissoluble aux wagons.

Ce système a plusieurs adversaires, qui donnent la préférence aux chasse-neiges fixés à l'avant des locomotives, lesquels n'immobilisent point un wagon, coûtent moins et présentent une moindre facilité aux déraillements.

En sa faveur, on peut dire qu'étant fixé d'une manière stable aux châssis du wagon, il a une plus grande solidité et une plus grande puissance; on peut ajouter que les chasse-neiges adaptés aux locomotives semblent, il est vrai, plus simples et plus économiques à première vue, mais qu'ils offrent plusieurs inconvénients, sont difficiles à manier, se gâtent facilement et sont impuissants pour

des hauteurs considérables de neige (sauf toutefois le type américain). Une plus grande facilité au déraillement ne peut être révoquée en doute, mais on doit faire observer que, ce malheur arrivant, le chasse-neige indépendant relativement léger sera vite remis sur les rails, tandis que le redressement d'une locomotive serait long et pénible.

Enfin, quant à la dépense, elle est plus apparente que réelle, car on se sert généralement dans ce but des wagons qui seraient inutilisables pour tout autre service, et avec 500 francs on les transforme en un chasse-neige relativement robuste, qui n'est pas constitué par des appareils délicats et qui exige une dépense d'entretien très faible.

Ces raisons semblèrent suffisantes aux Compagnies de chemins de fer que nous avons déjà nommées pour donner la préférence à ce type.

Ce chasse-neige pourtant est loin d'être parfait et ceux même qui s'en servent le reconnaissent.

C'est ainsi que les chemins de fer de la haute Italie firent des études et tentèrent des essais pour parer aux inconvénients suivants :

1° La neige s'attache à la surface du chasse-neige en augmentant ainsi de beaucoup les résistances qui s'opposent à sa marche;

2° Sur les lignes à double voie, la neige déblayée sur une voie se déverse sur l'autre.

Dans ce but, on expérimenta la circulation de la vapeur ou des jets d'eau chaude contre la surface extérieure du soc, et on étudia des profils dissymétriques.

Mais l'on ne tarda pas à reconnaître que toutes ces modifications avaient un défaut originel, celui de compliquer et de rendre plus coûteuse la construction de l'appareil, et de faciliter les ruptures ou les déraillements.

Nous donnons à la figure 11, planche VI, le dessin du chasse-neige adopté pour les chemins de fer de la Méditerranée. Il est en bois revêtu de fer, fixé solidement aux châssis et peut servir pour des hauteurs de 80 centimètres de neige.

Le second type de chasse-neige à roues indépendantes est le type autrichien, ainsi nommé parce que ce furent les chemins de fer autrichiens qui l'étudièrent et l'adoptèrent les premiers. Les formes qu'on lui donna au commencement étaient défectueuses, car cet appareil tendait à refouler la neige sur les côtés et à la comprimer en avant, ce qui augmentait la résistance de manière à la rendre quelquefois insurmontable si la couche de neige atteignait de fortes proportions.

On étudia alors des types de forme perfectionnée, qui, sans comprimer la neige, la soulevassent peu à peu et la fendissent de façon à la déverser de chaque côté de la voie.

Ce but fut atteint par l'adoption du double coin horizontal et vertical. On voit, en effet (Fig. 12, pl. VI), que de cette façon la neige commence à être soulevée par le coin horizontal et puis divisée par le coin vertical. On a ainsi deux avantages :

1° La neige soulevée par la surface *a, b, c, f* du coin horizontal tend à comprimer le chasse-neige par le double effet de son poids et de la pression exercée par la neige environnante. Ainsi non seulement on ne favorise pas les déraillements, mais on les rend plus difficiles ;

2° La neige n'est plus pressée contre les flancs du chasse-neige, mais elle vient se déverser au-dessus de la neige environnante, en diminuant ainsi de beaucoup les résistances qui s'opposent au mouvement du chasse-neige.

Le double coin fut donc adopté dans les nouvelles constructions et formé de surfaces gauches qui furent étudiées dans les buts suivants :

1° De produire le déplacement de la neige par un mouvement continu et aussi ménagé que possible ;

2° De comprimer les parois de la tranchée ouverte à travers la neige de façon que celle-ci ne pût retomber sur la voie derrière le chasse-neige et y former un nouvel obstacle ;

3° De rendre, autant que possible, compactes les neiges qu'il déplace, de manière à éviter qu'elles ne viennent à flotter dans l'air autour des chasse-neiges et des locomotives.

-

Enfin, l'expérience conseille l'adoption de certains détails de construction indiqués ci-après :

a) Trois paires de roues avec un pas très court et un grand poids sur l'axe antérieur ;

b) Une grande solidité de construction dans toutes les parties ;

c) Des ressorts de suspension peu flexibles et même, sur l'axe antérieur, pas de ressorts ou tout au plus des coussinets de gomme élastique ;

d) Des appareils de choc sans ressort, sauf le cas où les chasse-neiges doivent fonctionner sur des lignes à courbes de faible rayon ;

e) Un attelage avec la locomotive plutôt faible pour ne pas l'entraîner en cas de déraillement ;

f) Enfin, pour faciliter le recul des chasse-neiges, des parois d'arrière de la caisse arrondies ou même se réunissant en forme de coin.

Toutes, ou presque toutes ces conditions se trouvent dans les chasse-neiges autrichiens, dont nous donnons deux dessins : à la figure 13, planche VI, celui des chemins de fer de l'État hongrois, à quatre roues, et figure 14, celui des chemins de fer de l'Empereur Ferdinand du Nord, à six roues.

Comme on le voit, ce sont de grandes caisses en tôle montées sur un châssis qu'elles enveloppent de toutes parts jusqu'à quelques centimètres du rail; elles ont des dimensions un peu plus fortes que celles du gabarit. Ceux à six roues pèsent près de 7 tonnes et portent 5 tonnes de lest; leur poids arrive ainsi à 12 tonnes.

Ces chasse-neiges peuvent débayer des bancs de neige de 2 ou 3 mètres d'épaisseur; et parfois dans le Karst et sur la ligne du Cantal ils ont percé de courtes tranchées où la neige atteignait des épaisseurs de 4 mètres.

Ce qui prouve la bonté de l'appareil autrichien, c'est l'usage étendu et général qu'on en fait.

Il a été adopté par toutes les Compagnies autrichiennes et hongroises, par les chemins de fer suédois, norvégiens, finlandais, en France par la Compagnie du Midi et d'Orléans; il commence à présent à être adopté par les chemins de fer allemands et en Angleterre il est employé par la Compagnie du North Eastern Railway.

Les chasse-neiges, en raison des masses de neige plus considérables à enlever, ont, en général, des dimensions plus fortes en Amérique qu'en Europe; on trouve moyen de loger dans leur intérieur un magasin pour les ustensiles dont le personnel peut avoir à se servir, en même temps qu'un abri pour ce personnel.

La Compagnie du Central Pacific a un chasse-neige ressemblant au type autrichien, et monté sur deux trucks mobiles. L'arête inférieure du tranchant de l'appareil descend jusqu'à la surface des rails pour la bien nettoyer lorsqu'il fonctionne; ce tranchant étant susceptible de tourner autour d'une charnière, peut être relevé lorsqu'on ne doit pas l'utiliser.

Le chasse-neige du Great Trunk Railway du Canada est représenté à la figure 15, planche VII, et, comme on le voit, il est d'un type différent. Il est porté par deux bogies à écartement de 5^m18 ayant chacun 91 centimètres d'empattement. L'éperon d'avant peut être soulevé au moyen d'un levier aux passages à niveau et aux croisements. Il est pourvu sur les flancs d'ailes mobiles ayant 2^m13

de hauteur, mues par un mécanisme pouvant se briser et laisser les ailes céder à un obstacle trop résistant. Lorsqu'elles sont ouvertes en grand, les ailes peuvent déblayer une largeur de 4^m90.

En Europe aussi, on a des chasse-neiges à ailes sur les lignes scandinaves et finlandaises qui déblaient une largeur de voie de 4^m50. Mais ils n'ont point pour but de frayer le chemin à la locomotive, car ils sont entraînés par elle. Ils ne font ainsi qu'élargir la tranchée déjà ouverte par un autre chasse-neige.

Pour les lignes à double voie, on a proposé en Amérique un chasse-neige dissymétrique qui rejette toute la neige d'un seul côté, et qui est monté sur cinq roues, afin d'empêcher les déraillements.

Un chasse-neige fondé sur un principe tout différent a été inventé en Amérique. Il imite le travail de l'homme qui ramasse la neige avec la pelle et la rejette de côté.

Dans une boîte en fer de 3^m60 de largeur, ouverte en avant pour recevoir la neige, tournent à la vitesse de 200 tours par minute quatre lances d'acier qui coupent la neige et la font retomber dans une boîte postérieure où une roue à palettes tourne rapidement et lance la neige de côté à la distance d'une vingtaine de mètres.

Le mécanisme est disposé de façon que la neige puisse être lancée à droite ou à gauche.

L'appareil est actionné par deux puissantes machines motrices montées sur trucks. Il pèse 50 tonnes et son prix doit être très élevé. Il ne peut donc convenir que sur les lignes sujettes à des encombrements exceptionnels.

On comprend que cet appareil doit être d'une très grande efficacité et, en effet, les expériences qu'on a faites ont donné d'excellents résultats; on cite, par exemple, qu'une tranchée remplie de neige jusqu'à la hauteur de 2 mètres à 2^m50 fut déblayée en trente-une minutes.

Mentionnons en terminant, à titre de curiosité, un autre appareil qu'on a proposé d'adopter en Amérique. Il consiste dans une énorme boîte, ouverte en avant, qu'on pousse dans la neige et où celle-ci arrive fondue par des jets d'eau chaude et de vapeur. Mais un simple calcul approximatif montre qu'il faudrait toute l'eau contenue dans la chaudière d'une locomotive pour fondre la neige amoncelée sur une longueur de 200 mètres de voie, ce qui rend cet appareil impossible au point de vue pratique.

Les chasse-neiges généralement n'enlèvent pas la couche de glace adhérente aux rails, laquelle paralyse la puissance de traction des machines beaucoup plus qu'une faible couche de neige.

On doit donc recourir à d'autres appareils construits expressément. Dans ce but, on pourrait se servir de deux socs de charrue placés en avant des locomotives, adaptés aux chasse-pierres et pressés contre les rails par leur propre poids ou par des ressorts. Ce système est suivi par quelques Compagnies américaines. D'autres, au contraire, le Central Pacific Railway, par exemple, emploient à cet objet des wagons plats munis de socs avec versoirs qui sont logés entre les deux trucks, et qui peuvent être soulevés aux passages à niveau, aux croisements, etc.

Les chemins de fer suédois ont un type semblable qu'ils appellent *cure-voie*. Ils l'adaptent à un wagon plat à marchandises, qui peut entrer dans la composition des trains ordinaires.

Les chemins du fer du Nord-Ouest, dans ce but, font précéder le train de voyageurs par une locomotive qui écrase la glace qui s'est formée sur les rails. Pour les trains de marchandises, ils se contentent de placer devant la locomotive un wagon plat très chargé, qui fraye la route au train.

B. — EMPLOI DES CHASSE-NEIGES.

Nous avons ainsi fini la description des chasse-neiges et nous pouvons passer à l'exposition des méthodes suivies pour leur emploi et à l'examen des avantages et des inconvénients qu'ils présentent.

Les chasse-neiges à traction de chevaux sont très répandus sur les chemins de fer suisses et autrichiens et sur quelques lignes allemandes. Leur construction ne se prête pas au déblaiement de fortes épaisseurs de neige, mais si le service est bien organisé et qu'on les fait fonctionner aussitôt que la neige commence à tomber, alors en passant et repassant plusieurs fois sur la ligne on peut réussir à la maintenir libre de tout encombrement.

Il est donc nécessaire d'en posséder un très grand nombre; chaque équipe de cantonniers devrait en avoir un ou deux, et l'on doit établir d'avance une entente avec les fermes voisines pour qu'elles fournissent les chevaux ou les bœufs nécessaires. Dans certaines régions, la difficulté de se procurer les moyens de traction a dû faire renoncer à leur usage, par exemple sur les chemins de fer du Gothard à travers le canton du Tessin.

Quand le service de déblaiement des neiges se fonde uniquement sur l'emploi des chasse-neiges à traction de chevaux, il est nécessaire d'en posséder de plusieurs types et de se servir par exemple de celui représenté à la figure 3, planche VI, pour les hauteurs de neige inférieures à 20 ou 30 centimètres, de celui de la figure 4

pour les lignes à double voie, de ceux des figures 5 et 6 pour des hauteurs de neige supérieures à 20 ou 30 centimètres.

Les Compagnies qui ont adopté ce système s'en montrent très satisfaites. Le Jura-Berne-Lucerne déclare que sur la ligne Berne-Lucerne, où ce service est complètement organisé, on est arrivé depuis dix ans à se passer de chasse-neiges à vapeur.

La Compagnie suisse du Nord-Est fait une déclaration analogue en affirmant que sur son réseau l'emploi de chasse-neiges à vapeur est presque abandonné.

Celle du Central suisse signale pourtant un inconvénient de ces chasse-neiges : c'est que les chevaux s'effrayent au passage des trains, et que quelque accident pourrait s'ensuivre. Pour les éviter, on pourrait recourir à la traction à bras; mais il faudrait alors huit à dix hommes et le système devient trop coûteux.

La Sudbahn a trouvé l'emploi de ces appareils très économique et elle leur donne la préférence sur les autres chasse-neiges, qu'elle n'emploie que pour les fortes épaisseurs de neige.

Il est incontestable que l'usage des chasse-neiges à traction de chevaux présente plusieurs avantages, entre autres de débayer la neige jusqu'à 6 centimètres sous le niveau du rail, soit 12 ou 15 centimètres plus bas que les autres chasse-neiges. La voie reste ainsi beaucoup plus propre et la neige ne vient pas se tasser contre la face intérieure du rail, ce qui augmente les chances de déraillement par le roulement des boudins sur la neige gelée.

Ensuite, ces chasse-neiges peuvent être employés même sur les voies secondaires des stations.

Enfin, ils causent moins d'entraves à la marche des trains, car on les fait circuler entre deux trains. Cela ne présente aucun danger : on les protège dans leur marche en les faisant précéder et suivre aux distances réglementaires par des hommes portant des signaux, et d'ailleurs on peut les retirer des rails très facilement et très promptement.

Par contre, ils présentent l'inconvénient d'être impuissants au delà d'une certaine épaisseur de neige, de s'user facilement aux points d'appuis contre les rails, et d'obliger à des manœuvres de soulèvement aux passages à niveau et aux croisements.

L'usage que font les différentes Administrations des chasse-neiges fixés aux locomotives, est très variable. En Suède, en Norvège et en Finlande, on les fixe, dès le commencement de l'hiver, sur le devant même des machines remorquant les trains de marchandises et, en général, les trains à vitesse réduite.

On a ainsi l'avantage que chaque train déblaye lui-même la voie et que rarement la neige peut s'accumuler au point d'interrompre la circulation.

Mais, en général, on trouve plus prudent de faire voyager seules les machines munies de chasse-neiges, et les raisons qui conseillent cette mesure sont très clairement exposées par la Compagnie française des chemins de fer du Nord.

« Il est arrivé souvent qu'on a fait remorquer les trains qui ont à traverser de pareils amas ou bancs de neige, par une machine munie de cet appareil. Ce procédé est inefficace dans la plupart des cas.

« En effet, la puissance de la machine est presque toujours absorbée par la résistance du train, résistance considérablement augmentée par les bourrelets de neige comprimée qui forment de vrais coins à l'avant des roues des véhicules. La machine ne peut donc pas se lancer et traverser le banc de neige en profitant de la force acquise avant d'y entrer.

« Dès lors, le train reste souvent en détresse dans la neige, empêchant l'emploi des moyens efficaces et exposant les voyageurs à de sérieux inconvénients.

« Il faut donc renoncer, en général, à cette pratique, et confier le soin de balayer la voie à deux machines isolées, accouplées par leurs tenders, et présentant ainsi un chasse-neige à l'avant et à l'arrière.

« Ces machines doivent précéder les trains et il est facile de comprendre que leur action sera très efficace.

« Leur force vive sera employée tout entière à attaquer le banc, la machine d'arrière poussera celle d'avant, la retirera, au besoin, si la résistance devient trop grande, et servira au retour pour débarrasser encore la voie si la neige y est revenue en partie. »

Toutes les Compagnies françaises suivent ce procédé, sauf celle de l'Est, qui fixe le chasse-neige aux machines mêmes remorquant les trains quand la neige n'a pas atteint une grande épaisseur.

En Angleterre aussi, les Compagnies du North Eastern Railway et du Midland Railway font marcher les machines chasse-neiges accouplées par leurs tenders, directement ou avec l'intermédiaire d'un wagon à marchandises.

La Sudbahn admet que la machine chasse-neige puisse traîner quelquefois un train de marchandises ou un train de voyageurs à vitesse réduite.

Les Compagnies qui se servent de ce chasse-neige s'en montrent très satisfaites. Il offre pourtant quelques inconvénients, et le principal est celui de faciliter les dérailements quand la neige offre une résistance inégale, et de les rendre très dangereux par la forme conique de l'appareil qui pénètre profondément dans le sol.

Les Compagnies qui possèdent plusieurs types de chasse-neiges, telles que les suédoises, les norvégiennes, la Sudbahn, etc., reconnaissent qu'il y a avantage à se servir des chasse-neiges fixés à l'avant des locomotives pour les faibles épaisseurs de neige et à ne recourir qu'ensuite aux chasse-neiges indépendants.

D'autres, au contraire, telles que certaines Compagnies suisses et italiennes, se servent des chasse-neiges indépendants même pour les faibles épaisseurs de neige. Nous avons déjà vu les raisons qui peuvent justifier une telle détermination, qui pourtant exige une plus forte dépense.

Passons à présent aux chasse-neiges type autrichien sur véhicules isolés. Quand il est construit d'après les règles que nous avons énoncées et qu'il satisfait à toutes les conditions voulues, c'est un appareil puissant et efficace, avec lequel on peut percer des amas de neige de plusieurs mètres de hauteur et de quelques centaines de mètres de longueur, pourvu qu'il soit poussé par un nombre suffisant de locomotives. En Suède, par exemple, on a vu par fois six locomotives pousser un seul chasse-neige.

L'opération pourtant est dangereuse et difficile par la résistance énorme qu'un pareil obstacle oppose à la translation de l'appareil. Il sera intéressant de rapporter ici la description faite par M. Doux du fonctionnement de cet appareil sur la ligne du Cantal, en France, à travers les *combles* qui se forment souvent sur la ligne :

« Après s'être engagée dans le comble, la machine s'arrête donc et les roues
« patinent; il en résulte un choc violent, tel que les agents ne peuvent se main-
« tenir debout sur la plate-forme de la machine; on recule alors, on prend du
« champ et le chasse-neige se rue sur le comble, qu'il entame sur une certaine
« longueur. Il faut souvent s'y prendre à plusieurs reprises pour percer l'obstacle
« de bout en bout; ces combles ont quelquefois plusieurs centaines de mètres de
« longueur. Au moment où après ces attaques successives on arrive à l'extrémité
« de l'obstacle, la machine s'emporte brusquement et il faut se hâter de l'arrêter.
« On conçoit quelle énergie et quel sang-froid il faut au personnel pour ces pén-
« bles et dangereuses manœuvres, d'autant plus que la neige, rejetée en l'air par
« les plans inclinés du chasse-neige, retombe en nappes épaisses sur la machine
« et sur le ciel de l'abri qui protège le mécanicien. »

Sur les réseaux les plus exposés aux encombrements de neige, le service de déblaiement est naturellement organisé d'une façon plus complète : c'est ainsi qu'on peut citer pour modèle les chemins de fer suédois.

Nous avons déjà vu l'usage qu'on y fait des chasse-neiges fixés à l'avant des locomotives et du cure-voie. Quand ces moyens, pour ainsi dire ordinaires, ne suffisent plus, on recourt alors aux chasse-neiges sur véhicules isolés, dont on se sert de la façon suivante :

« Il faut distinguer trois cas différents, savoir :

« 1° Quand les neiges sont peu compactes, leur hauteur n'excédant pas 1 mètre environ;

« 2° Quand les neiges sont très compactes, leur hauteur étant peu considérable;

« 3° Quand les neiges, qu'elles soient peu ou très compactes, ont une hauteur dépassant 1 mètre.

« Dans le premier cas, l'enlèvement des neiges se fait soit à l'aide d'un grand chasse-neige dit à vis, fixé au devant de la locomotive au moyen de boutons et de tirants, soit à l'aide d'un chasse-neige, dit à ailes, traîné par une locomotive et consistant en deux auvents ou ailes mobiles, qui, à l'aide d'un simple mécanisme de réglage, peuvent, selon le besoin, être retirés ou ouverts à des largeurs variant de 2^m67 à 4^m75.

« L'appareil, en outre, est muni d'un cure-voie pour l'enlèvement de la neige des côtés intérieurs des rails.

« Dans le second cas, on se sert ordinairement du chasse-neige du modèle autrichien poussé par des locomotives, tandis que dans le troisième cas le modèle américain, plus vigoureux, est employé avec de meilleurs résultats.

« Le déblaiement ayant eu lieu à l'aide des chasse-neiges des deux derniers modèles, on entreprend ordinairement, au premier temps calme, un second déblaiement à l'aide d'un chasse-neige à ailes avec cure-voie, soit pour nettoyer la voie entre les rails, soit pour écarter les amas de neige qui ont été amoncelés par les autres chasse-neiges tout près de la voie. Dans ce cas, le service de la voie doit, avant que le second déblaiement ait lieu, ouvrir tous les 10 mètres de petites tranchées sur une étendue de 3 mètres de chaque côté de l'axe de la voie, dans le but d'empêcher que la neige ne se comprime devant les ailes du chasse-neige. »

Mais tout en admettant que l'emploi que les chemins de fer suédois font des chasse-neiges est le plus parfait, on ne peut conseiller l'adoption d'une organisation semblable sur les réseaux qui sont moins exposés aux encombrements de

neige, car elle serait hors de proportion avec le but qu'on doit atteindre, et les dépenses très fortes de construction et d'entretien de tous les différents chasse-neiges ne seraient pas compensées par les résultats à obtenir.

Les chasse-neiges fonctionnent certainement mieux à la descente qu'à la montée, mais avec les machines puissantes que l'on possède aujourd'hui on peut les faire travailler même sur des rampes de 30 p. m. Ils présentent alors plus de facilité aux déraillements et il faut les charger du maximum de leur poids.

Il peut arriver pourtant que la machine n'ait pas l'élan suffisant pour surmonter l'obstacle que lui oppose la neige.

Dans ce cas, on fait accompagner le train chasse-neige par une équipe volante d'ouvriers munis de pelles pour dégager les roues de la machine et son mécanisme, dans lequel la neige peut s'être bourrée, et même pour déblayer une centaine de mètres de voie à l'avant de la machine, afin de faciliter son démarrage.

Ou bien, pour laisser à la locomotive le moins de chances d'arrêt possible, on fait déblayer légèrement l'aplomb des rails, en pratiquant des tranchées de 20 à 25 centimètres de largeur de part et d'autre du champignon.

En Amérique, dans les États où l'on extrait le pétrole, on a quelquefois frayé au-dessus des rails, dans la masse congelée, des rigoles où l'on a versé ce liquide, et en enflammant le pétrole on a obtenu un certain approfondissement de ces rigoles.

Enfin, on peut déblayer la voie tous les 8 ou 10 mètres, en y ouvrant de petites tranchées perpendiculaires à l'axe de la ligne, comme nous avons vu qu'on le pratique en Suède.

Malgré tous les avantages énumérés plus haut des chasse-neiges sur véhicules isolés, ce système n'est point parfait et l'on peut lui reprocher quelques défauts.

En premier lieu, il n'est point applicable aux lignes à double voie. Il est vrai qu'on pourrait leur donner des formes spéciales dans ce but, et nous avons même cité un chasse-neige dissymétrique à cinq roues proposé en Amérique. Mais cet appareil n'a point encore reçu la sanction de l'expérience.

En voulant donc employer ces chasse-neiges, il faut se limiter à rétablir la circulation sur une seule voie et ensuite déblayer la seconde à la pelle. Certains chemins de fer, les finlandais par exemple, renoncent, pour cette raison, pendant tout l'hiver, à l'exploitation de la seconde voie.

Un autre inconvénient de cet appareil, c'est qu'il est impossible de le mettre devant des trains réguliers, à cause des accélérations de vitesse, des ralentisse-

ments brusques ou même des arrêts qui se produisent et qui conduiraient infailliblement à des ruptures d'attelage. Il faut donc le faire fonctionner seul.

C'est là un grave inconvénient, car on augmente ainsi les difficultés de la circulation des trains. Il faut réfléchir qu'en temps de neige le service ne procède pas régulièrement, que tous les trains sont en retard, que le télégraphe ne fonctionne pas, ou fonctionne mal, et qu'un nouveau train ajouté à tous les autres occasionne des retards encore plus forts, surtout s'il arrive un déraillement toujours possible dans ces circonstances.

Pour diminuer ces inconvénients, certaines Administrations préparent à l'avance l'horaire des trains chasse-neiges; mais l'on comprendra facilement qu'il ne sera pas toujours possible de suivre l'horaire fixé.

Les raisons exposées justifient la décision prise par quelques Administrations de chemins de fer, les belges, par exemple, de se passer de chasse-neiges, et d'assurer la circulation des trains par une bonne organisation du déblaiement à la pelle.

Au point de vue économique, les chasse-neiges n'offrent généralement aucun avantage. Ils ne font que dégager la voie et assurer le passage des trains; leur emploi ne dispense point de l'enlèvement des neiges rejetées sur la plate-forme, car lors de la fonte elles détremperaient la voie, et on peut toujours craindre qu'une nouvelle chute de neige imminente ne trouve les gares et les tranchées encombrées.

Avant de passer outre, nous croyons utile de rappeler l'opinion émise sur les chasse-neiges par l'Union (*Verein*) des chemins de fer allemands, qui se compose d'Administrations de chemins de fer appelées pour la plupart à faire usage de chasse-neiges de types différents, par suite de la variété climatique des régions que traversent leurs réseaux.

Dans sa réunion à Dresde en septembre 1865, le *Verein* a recommandé, pour les régions où il tombe de grandes épaisseurs de neige, l'emploi de chasse-neiges lourds et d'une forme bien étudiée, de façon à déverser la neige de chaque côté de la voie, à la manière d'une double charrue, et l'usage à l'avant des machines de petits socs pour déblayer les rails quand les neiges ont peu d'épaisseur et que la ligne présente des courbes d'un très faible rayon.

Enfin, dans sa réunion tenue en 1878, à Stuttgart, le *Verein*, appelé à se prononcer sur la valeur comparative des chasse-neiges adaptés aux locomotives ou de ceux montés sur roues, a émis l'avis que les chasse-neiges du premier type rendent de bons services jusqu'à une épaisseur de neige de 75 centimètres et que

ceux du second type, avec des essieux convenablement chargés, doivent être employés pour déblayer des masses de neige plus considérables.

C. — DÉBLAIEMENT A LA PELLE.

Déblaiement en pleine voie. — D'après ce que nous avons vu, l'emploi des chasse-neiges ne dispense pas de recourir à la main-d'œuvre, soit pour compléter le déblaiement de la voie, soit pour aider au travail des chasse-neiges, soit pour l'enlèvement de la neige dans les stations.

Il faut donc organiser le travail à la pelle de façon que la neige soit promptement enlevée, car sa présence sur les rails empêche l'adhérence des roues, diminue notablement la puissance des machines, et peut être cause que les trains restent en détresse en pleine voie.

Les mesures à prendre pour tenir les rails propres et éviter les accumulations de neige sont extrêmement importantes et exigent, de la part des employés de la voie, une action immédiate et soutenue.

Tous les règlements des Compagnies de chemins de fer contiennent des dispositions spéciales pour assurer le service en temps de neige et pour exécuter le déblaiement le plus rapidement possible. Nous citerons quelques-unes de ces dispositions pour donner une idée de la façon dont le service est organisé :

« En temps de neige ⁽¹⁾, tout travail d'entretien étant suspendu, les agents chargés du déblaiement doivent se rendre à leur poste de jour et de nuit, quand la neige atteint une épaisseur de 5 centimètres et qu'il continue à neiger. »

« Le service est permanent pour tous les agents de la voie. On doit donc s'assurer que, quand le personnel ordinaire prend son repos, il soit remplacé par des ouvriers extraordinaires, et qu'il soit établi un tour de service entre les ingénieurs de la ligne et les surveillants. »

« Dès que la neige tombe ⁽²⁾, les cantonniers l'enlèvent de dessus les rails; ils tiennent le passage des roues dégagé. S'il est impossible de nettoyer tous les rails avant l'arrivée d'un train, ils s'occupent de préférence des parties que le train doit parcourir en rampe, puis de celles en palier, puis enfin de celles en pente.

(1) Instructions données par les chemins de fer italiens de la Méditerranée.

(2) Instructions données par les chemins de fer français du Midi.

« Lorsque les ouvriers doivent frayer un passage à des machines, ils enlèvent
« d'abord les crêtes de neige les plus élevées. Ainsi, on déblaie d'abord les points
« où la neige présente une épaisseur de plus de 60 centimètres, puis on enlève
« tout ce qui est au-dessus de 40 centimètres, puis au-dessus de 20 centimètres.
« Si la neige atteint une grande hauteur, qu'une tranchée, par exemple, soit com-
« blée, on dirige les travaux de déblaiement comme des têtes de sape.

« Sur les sections à double voie, les voies sont dégagées dans l'ordre sui-
vant :

- « 1° La voie des trains impairs;
- « 2° Les voies nécessaires pour les croisements des trains;
- « 3° La voie des trains pairs.

« Dans les parties communes à une ligne principale et à un embranchement,
« la voie à dégager la première est celle parcourue par les trains impairs de la
« ligne principale. »

.
« Si on avait ⁽¹⁾ à craindre de ne pas venir à bout de dégager à temps les
« deux voies, il faudrait porter tous les efforts sur une des deux voies, afin
« d'éviter autant que possible une interruption totale. Dans ce cas, il faudrait faire
« connaître d'urgence la situation des choses aux deux stations entre lesquelles se
« trouve l'obstacle, afin de les mettre en mesure de régler en conséquence la
« marche des trains. »

.
« En général, la neige ne tient pas sur les remblais; les accumulations ne
« sont guère à craindre que dans les tranchées et il faut donner une attention
« spéciale à celles, même peu profondes, qui se trouvent au milieu d'une plaine
« un peu étendue et découverte. »

.
« On dégagera avec le plus grand soin les ornières des passages à niveau et
« on balayera autant que possible le passage, afin que la circulation à travers le
« chemin n'amène pas sur les rails de la neige comprimée. »

.

La Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée a organisé le service

(1) Instructions données par les chemins de fer français du Nord.

de la manière suivante sur la ligne Turin-Modane, qui est très exposée aux encombrements de neige :

« En temps ordinaire, la ligne est divisée en tronçons de la longueur moyenne d'un kilomètre qui sont surveillés par un garde-ligne. En temps de neige, ces tronçons sont doublés, on ne laisse aux gardiens que 500 mètres de voies à déblayer et les autres 500 mètres sont confiés à un cantonnier.

« Jusqu'à 15 centimètres de neige, ces mesures sont suffisantes; au delà, il faut renforcer la main-d'œuvre et chaque garde ou chaque cantonnier reçoit l'aide d'un ouvrier.

« Dans les stations, c'est le *brigadier* (chef d'équipe) qui a la surveillance et la responsabilité du service et on lui accorde des ouvriers auxiliaires dans la mesure de 20 hommes pour 8,000 mètres carrés de surface à déblayer et pour 20 centimètres de hauteur de neige. »

Quand la couche de neige tombée sur la ligne atteint une telle épaisseur que toute circulation des trains est impossible, alors le travail s'organise différemment.

On concentre tous les ouvriers sur quelques points pour qu'ils soient mieux surveillés, et on déblaie successivement toute la ligne. Souvent, pour débarrasser les tranchées de la neige qui les encombre, on doit recourir à des trains de travaux composés de wagons plats que l'on emplit de neige, laquelle est ensuite déversée sur les talus des remblais voisins.

Lorsqu'on espère pouvoir, par un coup de main, débarrasser promptement la ligne de toute la neige qui l'encombre, alors on organise le travail au moyen de plusieurs équipes d'ouvriers de façon qu'on ne doive jamais l'interrompre, ni de jour, ni de nuit.

Mais si l'on prévoit que la durée de l'interruption doive être de plusieurs jours, alors on préfère renoncer au travail de nuit, qui est beaucoup plus coûteux, qu'on ne peut surveiller qu'imparfaitement et qui n'est pas sans danger, surtout lorsque l'on déblaie des éboulements qui peuvent se répéter d'un moment à l'autre et que l'obscurité empêcherait de prévoir.

Déblaiement dans les stations. — Le déblaiement des stations ne présente pas le même caractère d'urgence que celui de la voie, car les trains peuvent circuler également pourvu que les voies principales soient libres; mais il est important de ne point laisser la neige s'accumuler, car elle empêcherait le chargement et le déchargement des marchandises et, ce qui est plus important, le service de triage et de formation des trains.

Le déblaiement des stations est exécuté par le service de la voie, aidé dans une certaine mesure par les hommes d'équipe du service du mouvement et par les aiguilleurs qui doivent tenir les changements de voie qui leur sont confiés parfaitement propres et les aiguilles bien libres dans leur jeu pour qu'elles ne soient pas forcées ou qu'elles n'occasionnent pas des accidents.

L'enlèvement des neiges dans les stations est beaucoup plus long et pénible qu'en pleine voie, où il suffit presque toujours de la rejeter sur les talus. Dans les stations, au contraire, on doit commencer par relever la neige à la pelle, en tas, dans les entrevoies, sur les quais, cours et accès; on enlève ensuite ces tas, soit à la brouette, soit au camion, soit par trains spéciaux, pour les porter sur un point où la fonte puisse se faire sans inconvénients pour le chemin ou pour le service.

Quand la neige a cessé de tomber, il importe d'enlever celle qui s'est déposée sur les toits des bâtiments et surtout des halles à voyageurs et à marchandises, dans le double but de décharger les toits et de prévenir au moment de la fonte l'engorgement des chéneaux et descentes d'eau. Il faut avoir bien soin de ne pas dégrader la couverture, et dans ce but recourir à des ouvriers habiles, et m^c ne à des maçons, malgré la rétribution plus élevée qu'il faut leur donner.

D. — EMPLOI DU SEL POUR LE DÉBLAIEMENT DES NEIGES.

Nous avons l'intention de traiter avec quelque étendue ce sujet, mais la note de M. Daussin, publiée dans le *Bulletin de la Commission internationale* ⁽¹⁾, nous dispense de le faire.

Il y décrit l'emploi qu'on fait du sel sur les chemins de fer du Nord français et il conclut en ces termes :

« En résumé, les dépenses parfois exorbitantes que la neige imposait naguère dans les gares sont fortement diminuées par l'emploi du sel, agent d'une action pratique, rapide et persistante, qui réduit économiquement à une durée de quelques heures la gêne, le trouble, les embarras dus à la neige. »

Nous ne pouvons nous ranger complètement à cet avis, que nous trouvons trop optimiste.

Au point de vue économique, nous croyons que l'emploi du sel ne procure aucun avantage. En effet, d'après les renseignements fournis par M. Daussin, il faudrait presque 3 kilogrammes de sel par mètre cube de neige, c'est-à-dire une

(1) Voir le numéro d'août, 2^e fasc., p. 742.

dépense de 9 centimes par mètre cube, tandis que les frais d'enlèvement de la neige dans les stations, tout compris, restent généralement au-dessous de 7 centimes, comme nous le démontrerons plus loin.

Cette conclusion peut sembler en contradiction avec les splendides résultats obtenus par la ville de Paris dans l'hiver 1885-1886. On sait, en effet, qu'elle réduisit de 66 p. c., par l'emploi du sel, les dépenses d'enlèvement de la neige. Mais nous ferons observer que même après cette réduction chaque mètre cube de neige enlevée revient à 33 centimes, c'est-à-dire à presque cinq fois ce qu'il coûte aux chemins de fer.

Voyons si, du moins, l'emploi du sel offre quelque avantage d'un autre côté.

M. Barabant, dans un intéressant article à ce sujet, admet que quatre ou cinq heures après avoir répandu le sel on peut balayer le mélange. Mais dans les rues d'une ville, le mélange intime de la neige et du sel se forme facilement sous l'action de la circulation, tandis que dans une station cela n'arrive que pour les cours, les accès, les quais ; mais, dans les voies et les entrevoies, il faudrait obtenir le mélange artificiellement au moyen de la main-d'œuvre, ce qui, évidemment, n'est pas pratique.

Pour conclure, nous croyons que, sans présenter une véritable économie, l'emploi du sel peut convenir pour les quais, les cours, les accès, etc., en vue du déblaiement plus rapide, mais que son emploi ne peut être recommandé pour les voies et les entrevoies.

Où l'usage du sel est vraiment indiqué sous le point de vue de l'économie et de la rapidité, c'est pour les appareils de changement de voie, les plaques tournantes, les ponts à bascule, etc., en général pour tous les mécanismes, car la neige qui vient s'y boursier durcit et empêche leur fonctionnement : il faudrait la rompre à la pioche, travail lent et coûteux.

Plusieurs Administrations emploient déjà le sel à cet usage, par exemple les chemins de fer wurtembergeois de l'État en Allemagne, de l'Empereur Ferdinand du Nord en Autriche, de l'Orléans en France, presque toutes les Compagnies anglaises et les chemins de fer suédois de l'État. La Compagnie du Nord est la seule qui l'utilise aussi pour les quais, les voies et les accès.

E. — RECRUTEMENT DES OUVRIERS.

Le service en temps de neige exige un nombre considérable d'ouvriers, et le personnel ordinaire devient absolument insuffisant, soit parce qu'il n'est pas assez

nombreux, soit parce qu'il ne peut être toujours sur pied et qu'il faut le faire relayer.

Il est donc de la plus grande importance de pourvoir au recrutement d'ouvriers auxiliaires qu'on doit prendre en service le plus promptement possible, distribuer là où le besoin s'en fait sentir et qu'on doit laisser en liberté aussitôt que le danger est passé, pour réduire les dépenses le plus possible.

C'est la partie du service la plus délicate, car on doit atteindre deux buts en complète opposition entre eux. D'un côté, en vue de l'urgence, on doit autoriser même les agents de grade inférieur, tels que les brigadiers, les cantonniers, les gardes-ligne, à prendre eux-mêmes les mesures nécessaires pour assurer la circulation des trains, c'est-à-dire à recruter les ouvriers et commencer le déblaiement; de l'autre côté, il faut éviter les abus, faciles à commettre, et ne pas exagérer le nombre des ouvriers extraordinaires.

Il faut, pour cela, que les ingénieurs de la voie soient toujours sur pied, qu'ils se portent où il est nécessaire, pour s'assurer d'eux-mêmes de la façon dont le travail se fait, du nombre d'ouvriers en service, et pour régulariser les mesures déjà prises par des agents subalternes qui doivent les avertir immédiatement de ce qu'ils ont fait pour assurer le service.

Le recrutement des ouvriers ne présente pas généralement de grandes difficultés. Une Administration prévoyante doit connaître d'avance les ressources de toutes les localités voisines de la ligne, et même dresser avant l'hiver la liste des ouvriers qui s'engagent à travailler au déblaiement des neiges. Ce soin d'ailleurs est presque toujours inutile, car les paysans et les montagnards viennent se présenter d'eux-mêmes, dès que la neige commence à tomber, et l'on n'a que l'embarras du choix. Cela se conçoit, car ils trouvent dans ce travail une ressource d'autant plus précieuse qu'à cette époque de l'année les travaux de toute espèce sont suspendus dans la campagne.

Il y a pourtant des régions presque désertes où la main-d'œuvre manque complètement; il faut alors transporter les ouvriers où il est nécessaire, soit par trains réguliers, soit par trains de travaux. Pour diminuer dans ce cas la difficulté du recrutement, on pourrait confier à l'entreprise le service de déblaiement, comme nous le verrons plus loin.

Le recrutement des ouvriers peut aussi devenir difficile près des villes peuplées. Les bras ne manqueraient pas, mais la ville les accapare tous et le prix de la main-d'œuvre devient exorbitant. Il convient alors de faire venir les ouvriers des bourgades et des petites villes voisines; c'est ainsi par exemple qu'opère la

Compagnie des chemins de fer de la Méditerranée, qui pour les différentes stations de Milan a besoin de trois ou quatre cents hommes dans le cas de fortes neiges. Elle va les chercher à Sesto, S.-Giovanni et à Corsico, à 6 kilomètres de distance, les transporte par trains ordinaires à Milan et le soir elle les ramène dans leurs foyers. C'est ainsi qu'elle paye les ouvriers de 1 fr. 70 c. à 2 francs, tandis que la ville de Milan doit leur donner parfois 3 ou 4 francs par jour.

Nous avons dit qu'on doit laisser en liberté tous les ouvriers par raison d'économie aussitôt qu'il est possible. Il faut pourtant les payer d'abord, et en vue de l'urgence, toutes les Administrations dérogent des règles d'une sévère comptabilité que la prudence exige dans toutes les autres circonstances. C'est ainsi qu'on dresse les états de présence avec la plus grande promptitude, que l'argent est fourni directement par les stations, ou prélevé des fonds d'escorte, et qu'on peut ainsi payer les ouvriers au moment où ils quittent l'ouvrage.

Enfin, si malgré les mesures prises et les efforts qu'on a faits, on ne réussit point à trouver des ouvriers en nombre suffisant, on peut recourir alors à l'administration militaire, qui généralement fournit sans aucune difficulté les soldats nécessaires.

Mais on n'y recourt qu'à la dernière extrémité, car le service est beaucoup mieux fait par des hommes habitués au climat et au genre de travail qu'on leur demande que par les soldats; on est d'ailleurs obligé d'indemniser et de nourrir ces derniers.

F. — DÉBLAIEMENT A L'ENTREPRISE.

L'organisation du service de déblaiement des neiges la plus répandue est celle en régie. On pense généralement qu'un service si important et d'où dépendent la sûreté et la continuité de l'exploitation doit être exécuté par l'Administration elle-même sans aucune entrave.

Pourtant on peut — et quelques Administrations l'ont déjà fait — confier ce service à l'entreprise. Mais il faut alors que le contrat et le cahier des charges réservent le droit à l'Administration de diriger le service, c'est-à-dire qu'elle seule doit être juge du moment où le déblaiement doit commencer, de l'ordre dans lequel il doit être exécuté, etc. L'action de l'entrepreneur doit se limiter à recruter les ouvriers et à déblayer les neiges sur les surfaces qui lui sont indiquées.

La Compagnie des chemins de fer de la haute Italie suivait ce système sur quelques lignes de son réseau et avait un cahier des charges parfaitement rédigé,

où, entre autres, on faisait l'obligation à l'entrepreneur de prendre à sa charge pendant toute la durée du déblaiement la paye du personnel de l'entretien.

Aussi elle n'eut jamais à déplorer aucun inconvénient et même elle arriva à la conclusion que, dans les régions peu peuplées, où le recrutement des ouvriers est difficile, le travail fait à l'entreprise présente une plus grande sécurité et offre une meilleure garantie.

Ce système pourtant ne s'est pas répandu, et, sauf sur la ligne Saint-Petersbourg. Moscou et sur quelques lignes italiennes, à notre connaissance il n'est adopté nulle part; il tend même à être abandonné par les Sociétés de la Méditerranée et de l'Adriatique, qui ont succédé à celle de la haute Italie. La raison en est qu'il est beaucoup plus coûteux.

Cela se comprend. En effet, lorsque le travail se fait en régie, on limite le déblaiement au strict nécessaire; on n'enlève pas complètement la neige de dessus le ballast, on ne nettoie qu'en partie les accotements dans les stations, on peut se limiter à ouvrir des sentiers dans certaines entrevoies au lieu de les déblayer complètement, etc.

Tout cela n'est pas possible quand le déblaiement est confié à l'entreprise, car on ne pourrait pas établir dans le contrat des conditions pour le déblaiement partiel, mais l'on doit exiger que la neige soit enlevée complètement des surfaces indiquées.

On en vient ainsi à payer à l'entrepreneur un volume de neige qu'effectivement il a déblayé, mais qu'avec le travail en régie on n'aurait pas été obligé d'enlever complètement.

Les prix du déblaiement d'un mètre cube de neige, fixés par la Haute-Italie, sauf quelques rares exceptions, sont les suivants :

Pour la neige déchargée du toit des bâtiments.	fr. 0 10
Pour la neige enlevée dans les stations	0 08

Pour celle enlevée en pleine ligne :

Si la ligne est à une voie.	0 05
— — deux voies	0 06

Ces prix effectivement se réduisent par les rabais offerts par les entrepreneurs, rabais qui généralement sont de 10 p. c., mais qui parfois arrivent même à 30 p. c.

Malgré cela, le déblaiement en régie est beaucoup plus économique, comme le

prouvent les chiffres du tableau suivant, où il résulte pour chacune des divisions de l'entretien le prix du déblaiement en régie et à l'entreprise.

INDICATION NUMÉRIQUE DES DIVISIONS.	LIGNE A UNE VOIE			LIGNE A DEUX VOIES		
	en régie.	à l'entreprise.	Rapports entre les prix en régie et à l'entreprise.	en régie.	à l'entreprise.	Rapports entre les prix en régie et à l'entreprise.
	Fr.	Fr.		Fr.	Fr.	
1	0.0203	0.0427	2 10	0.0140	0.0570	4 07
2	0.0119	"	"	0.0187	"	"
3	0.0139	0.0514	3 70	0.0446	0.0600	1 35
4	0.0137	"	"	0.0197	"	"

Après tout ce que nous avons dit, il est inutile de faire la remarque que tandis que le prix du déblaiement à l'entreprise a été calculé d'après les volumes effectifs de neige déblayée, celui en régie au contrat se base sur le volume de neige tombée sur la ligne dont effectivement on n'a déblayé qu'une partie.

On voit d'après ce tableau qu'en moyenne le déblaiement à l'entreprise coûte trois fois plus que celui en régie.

G. — RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES.

Nous aurions voulu pouvoir dresser un tableau comparatif des dépenses supportées pour le déblaiement des neiges par les différentes Administrations de chemins de fer, par kilomètre de ligne et par mètre cube de neige déblayée, ce qui aurait permis au Congrès de pouvoir juger de l'avantage des différents systèmes sous le point de vue économique. Mais les renseignements parvenus sont trop incomplets

pour nous permettre d'atteindre ce but; nous nous limiterons ainsi à citer les informations qui nous ont semblé dignes d'intérêt.

Le Jura-Berne-Lucerne donne les détails suivants des frais occasionnés par l'enlèvement des neiges dans ces dernières années ⁽¹⁾ :

INDICATIONS DES DÉPENSES.	1881	1882	1883	1884	1885	1886
Personnel permanent et auxiliaire	5,277 25	3,947 75	8,303 49	2,440 30	6,094 34	17,373 16
Traction des chasse-neiges, locomotives et chevaux . .	507 85	613 20	1,788 50	351 65	528 90	2,612 80
Divers, vivres, indemnités, etc.	71 40	50 50	499 05	79 90	86 "	98 60
TOTAUX. . .	6,856 50	4,611 45	10,591 04	2,871 95	6,709 24	20,084 56
Par kilomètre de voie . . .	20 90	14 05	32 30	8 75	20 45	68 80

Les tableaux suivants indiquent les dépenses kilométriques supportées par quelques Compagnies de chemins de fer :

Chemins de fer du Nord-Ouest de l'Autriche.

ANNÉE.	LIGNES GARANTIES.			LIGNES COMPLÉMENTAIRES.		
	Longueur des lignes en kilomètres.	DÉPENSE		Longueur des lignes en kilomètres.	DÉPENSE	
		totale.	kilométrique.		totale.	kilométrique.
1871	280.00	50,740	181 20	"	"	"
1872	565.00	44,177	78 17	"	"	"
1873	626.00	13,655	21 80	"	"	"
1874	626.00	88,705	141 70	266.00	5,055	17 66
1875	626.00	211,552	337 92	303.00	68,215	225 12
1876	626.71	173,935	277 52	305.55	34,347	112 42

⁽¹⁾ Tous les chiffres exposés dans ce tableau et dans les suivants sont exprimés en francs.

ANNÉE.	LIGNES GARANTIES.			LIGNES COMPLÉMENTAIRES.		
	Longueur des lignes en kilomètres.	DÉPENSE		Longueur des lignes en kilomètres.	DÉPENSE	
		totale.	kilométrique.		totale.	kilométrique.
1877	626.71	25,137	40 10	305.55	13,062	40 25
1878	626.71	57,685	92 05	305.55	11,855	38 80
1879	626.71	89,400	142 65	305.55	17,720	57 97
1880	626.71	33,250	53 05	307.15	13,295	42 58
1881	626.71	28,157	44 90	307.46	10,060	32 52
1882	626.71	17,125	27 32	307.46	7,857	20 55
1883	626.71	27,752	44 27	308.04	1,300	42 20
1884	626.71	28,465	45 42	308.04	12,787	41 60
1885	626.71	65,810	105 "	308.04	13,487	43 77
1886	626.71	117,742	187 87	308.04	35,417	114 97

Chemins de fer du Gothard.

	ANNÉES.			
	1883	1884	1885	1886
Dépense totale	25,535	15,890 "	15,025 "	37,740 "
— par kilomètre	125	77 80	73 50	135 70

Chemins de fer du Central suisse.

	ANNÉES.					
	1881	1882	1883	1884	1885	1886
Dépense totale	3,529 45	429 85	2,643 12	1,077 "	1,121 "	15,145 23
— kilométrique.	10 65	1 20	7 17	2 92	3 05	41 13

Les autres Administrations donnent des renseignements moins complets, d'où nous tirons les données suivantes, relatives à ces dernières années.

ADMINISTRATIONS DE CHEMINS DE FER.	D É P E N S E					
	MAXIMA.		MOYENNE.		MINIMA.	
	Totale.	Kilomé- trique.	Totale.	Kilomé- trique.	Totale.	Kilomé- trique.
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Sud de l'Autriche . . .	769,800	319 "	209,100	123	70,725	29 "
État wurtembergeois . .	"	18 "	"	10	"	2 50
État hongrois	"	95 "	"	40	"	18 "
Société autrichienne-hon- groise (réseau hongrois).	"	"	"	40	"	"
Grand Central Belge . .	"	"	"	9	"	"
Grande Société des chemins de ferrusses (ligne Nicolas)	340,000	560 "	"	"	116,000	192 "
État finlandais	"	"	"	38 ⁽¹⁾	"	"
État suédois	"	234 "	"	60	"	"
Est français	433,388	148 "	50,000	12	"	"
Nord français	276,000	99 "	"	"	"	"
Midi français	"	"	15,000	6	"	"
Haute Italie	179,540	48 70	⁽¹⁾ "	"	"	"

Malheureusement, ces chiffres ne sont pas comparables, car on ne sait pas dans quelle mesure la main-d'œuvre du personnel ordinaire y est comprise, comment l'on tient compte des dépenses occasionnées par les chasse-neiges, etc.

S'il est difficile de connaître la dépense totale qu'une Administration doit supporter pour le déblaiement des neiges, il est beaucoup plus difficile encore d'établir le prix unitaire du mètre cube de neige, car l'on doit considérer alors le volume de neige enlevée, élément dont il est assez difficile de tenir un compte exact. Aussi, il n'y a que deux Administrations qui possèdent des données à ce sujet.

(¹) Ces chiffres représentent la seule dépense des ouvriers auxiliaires.

Les chemins de fer du Nord-Est suisse donnent pour le déblaiement en pleine ligne les renseignements suivants :

Pour la voie :

Hauteur de la neige (en millimètres) .	150	180	200	250	300	350	400	500	600
Prix par kilomètre .	1 50	1 80	2 70	3 40	4 10	4 70	5 00	7 50	10 "
— mètre cube	0 018	0 020	0 024	0 024	0 025	0 022	0 023	0 027	0 030

Pour les stations :

Hauteur de la neige (en millimètres) .	150	180	200	250	300	350	400	500	600
Prix par kilomètre .	0 006	0 008	0 010	0 015	0 021	0 029	0 038	0 060	0 090
— mètre cube	0 042	0 047	0 050	0 060	0 070	0 080	0 092	0 120	0 150

Nous avons déjà rapporté, en parlant de l'affermage du service de déblaiement, les prix unitaires obtenus par les chemins de fer de la haute Italie, et, comme on le voit, il n'y a pas grande différence avec ceux cités par la Compagnie suisse pour ce qui regarde le déblaiement en pleine voie.

Quant au prix du déblaiement dans les stations italiennes, nous pouvons le connaître indirectement.

Nous avons vu en effet que, dans les stations de la ligne du mont Cenis, on accorde au brigadier 20 ouvriers par 8,000 mètres carrés de surface à débayer et chaque 20 centimètres de neige. Cela correspond à la dépense de fr. 0.0027 par mètre cube.

Dans les gares importantes, ce prix augmente naturellement; c'est ainsi que, dans celle de Milan-Central, il revient presque à 4 centimes par mètre cube.

Ce prix est pourtant encore beaucoup plus bas que ceux exigés pour le déblaiement des rues d'une ville. A Paris, par exemple, on a dépensé, en 1879-1880, 85 centimes par mètre cube, et, en 1885-1886, en employant le sel, 33 centimes; à Milan, la dépense s'élève en moyenne à 15 centimes pour chaque mètre cube de neige enlevée.

Mais l'on doit réfléchir que, dans une station, on a beaucoup plus de facilité pour le transport de la neige et une moindre distance à franchir, car il y a toujours des espaces libres que l'on peut utiliser pour y déposer la neige.

Certaines stations pourtant, qui se trouvent dans des conditions spéciales, exigent, elles aussi, de très fortes dépenses pour le déblaiement de la neige; c'est ainsi qu'en Italie, dans la station de Bologne, chaque mètre cube de neige enlevée à l'entreprise revenait à 25 centimes le mètre cube.

Sur la ligne du Cantal, en France, le déblaiement de la neige revient beaucoup plus cher qu'en Italie. Il résulterait, d'après les renseignements donnés par M. Doux, que le mètre cube de neige enlevée coûta fr. 0.097 en 1872-1873 et fr. 0.068 en 1870-1871.

Mais l'on doit observer que l'épaisseur de la neige tombée atteignit 4^m41 en 1870-1871 et 7^m80 en 1872-1873, tandis qu'en Italie, sur les lignes les plus exposées, elle atteint rarement 2 mètres, et que la dépense unitaire augmente en raison directe de la hauteur de la neige.

Une autre cause de la dépense plus faible qu'occasionne le déblaiement de la neige en Italie, est aussi le bas prix de la main-d'œuvre, qui en moyenne revient, selon les localités, de 1 fr. 50 c. à 1 fr. 80 c. la journée.

Nous avons exposé ces données sans nous dissimuler qu'elles sont tout à fait insuffisantes à résoudre la question du prix de déblaiement de la neige, mais nous avons pensé qu'elles offriraient cependant quelque intérêt, et qu'elles présenteraient peut-être les premiers éléments d'une statistique qu'il conviendrait de faire à ce sujet.

Annexe. — Ouvrages consultés pour la rédaction de l'exposé.

Handbuch für spezielle Eisenbahn-Technik von Heusinger.

Anleitung zum Verausschlagen der Eisenbahnen von Plessner.

Lezioni sulle Strade Ferrate di Leonardo Loria.

Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer, par Goschler.

Traité d'exploitation des chemins de fer, par A. Flamache et A. Huberti.

Traité élémentaire des chemins de fer, par A. Perdonnet.

Les chemins de fer en Amérique, par E. Lavoigne et E. Pontzen.

Annales des ponts et chaussées :

Juillet 1865 : « Sur les moyens de prévenir les amoncellements de neige sur les chemins de fer », par M. Nordling.

Septembre 1886 : « Sur l'emploi du sel pour le déblaiement de la neige », par M. Barabant.

Annalen für Gewerbe und Bauwesen :

Marz. 1887 : « Ueber Schneeverwehungen », von Bassel.

Schweizerische Bahnzeitung :

21 mai 1887 : « Die Schneeabseitung auf der Gotthardbahn », von R. Bechtle.

Centralblatt. der Bauverwaltung :

N° 4 (1886) : « Selbstthätiger Schneezahn ».

N° 1 (1887) : « Ueber Schneeschutzanlagen », von E. Schubert.

N° 7 (1887) : « Schutzmittel gegen Schneeeverwehungen », von Zachariæ.

N° 7a (1887) : « Ueber Schneeeverwehungen und Schneeschutzanlagen auf Eisenbahnen », von E. Schubert.

N° 8 (1887) : « Schneeschutzanlagen an den Schleswigschen Bahnen », von H. Tellkamp.

N° 9 (1887) : « Schneepflüge auf den norwegischen Staatseisenbahnen », von W. Cauer.

N° 10 (1887) : « Die Gestaltung von Schneeschutzanlagen », von Fuchs.

Recus générale des chemins de fer :

Mai 1879 : « Avis de l'Union des chemins de fer allemands sur l'emploi des chasse-neige. »

Décembre 1879 : « Note sur les chasse-neiges employés sur la plupart des chemins de fer français. »

Avril 1881 : « Article de M. Petsche sur l'encombrement par la neige pendant les trois hivers 1878-79, 1879-80 et 1880-81. »

Novembre 1881 : « Abris contre la neige établis sur les chemins de fer de l'Amérique du Nord. »

Mars 1882 : « Article de M. Doux sur les moyens employés sur la ligne du Cantal pour éviter les amoncellements des neiges et pour leur enlèvement pendant l'exploitation. »

Mai 1882 : « Moyens de prévenir les amoncellements de neige. »

Septembre 1883 : « Note sur les chasse-neiges. »

1^{RE} NOTE

PAR M. DAUSSIN

CHEF DE BUREAU A LA COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD FRANÇAIS

DE L'EMPLOI DU CHLORURE DE SODIUM POUR LE DÉBLAIEMENT DE LA NEIGE DANS LES GARES

Les troubles sérieux, que peuvent causer dans la circulation des trains, la chute et surtout l'amoncellement de la neige, sont rapidement et économiquement atténués, en pleine voie, par l'emploi rationnel des chasse-neige.

Mais la gravité des inconvénients de toute sorte que produit la neige dans les gares ne peut être pratiquement diminuée par aucun moyen mécanique.

Longtemps on a cru que pour assurer le service, le mieux était de débayer, à grand renfort d'hommes, de pelles et de racloirs, aussitôt qu'elle tombait, la neige menaçant d'encombrer les voies de triage, de chargement et transversales, les plaques et ponts tournants, les aiguilles, jonctions et traversées, les chemins de roulement des chariots transbordeurs, les cours aux marchandises, les chemins d'accès, les signaux, etc., etc.

Mais le travail à la pelle et au racloir est souvent insuffisant, car à peine la neige est-elle tombée qu'elle est aussitôt foulée par les hommes, les chevaux, les wagons et les camions; par l'effet de la compression et du regel, elle se convertit en glace, et la glace, pour être enlevée, nécessite l'emploi difficile, lent et onéreux de la pioche. De là des dépenses presque toujours hors de proportion avec les résultats, et parfois la nécessité de laisser au dégel le soin de rétablir l'état normal de la circulation.

Le dégel était alors le desiderata suprême. Las de devoir souvent l'attendre longtemps, on s'est ingénié à le produire à volonté.

On s'est souvenu que la neige mélangée au chlorure de sodium produit un liquide, et que ce liquide ne se congèle qu'au-dessous de -15° , et on a eu l'idée de produire un dégel artificiel, par la « salaison » de la neige. Ce procédé est appliqué avec succès depuis quelques années au déblaiement des principales gares du chemin de fer du Nord.

La qualité du sel à employer n'est pas indifférente; tous les sels agissent, mais pas tous également. Les sels qui ont servi aux salaisons de poisson et ceux qui ont été employés dans les tanneries à la préparatoine ou à la conservation des peaux agissent très lentement à cause de la pellicule grasse qui isole le grain.

Les sels raffinés sont généralement trop fins et coûtent cher.

Le sel dit égrugé, exonéré des droits, après avoir été dénaturé par le mélange d'absinthe, de peroxyde de fer ou de tourteau, est celui qui convient le mieux. Il doit être concassé en grains un peu gros de 2 à 3 millimètres. On le tient approvisionné dans des locaux couverts et secs; il se conserve ainsi d'une année à l'autre sans déchet.

Le moment le plus favorable pour la « salaison » est, d'après les nombreuses expériences qui ont été faites, celui où la neige atteint une épaisseur de 5 centimètres. Mais dans tous les cas, on doit avoir soin de procéder avant que la neige ait été comprimée par la circulation.

La quantité de sel à répandre dépend de l'épaisseur de la couche à réduire et du degré de fluidité que l'on veut donner à la boue qui doit en résulter, fluidité d'où dépend son enlèvement, son action sur la circulation et sa résistance à sa congélation ultérieure.

L'expérience des quantités s'acquiert rapidement. Les agents chargés de l'emploi du sel deviennent très vite partisans d'une méthode aussi expéditive et qui coûte si peu de travail. Ils arrivent à connaître, au vu d'un point quelconque, ce qu'il faut y mettre de sel.

Le répandage du sel se fait à la main et de préférence à la pelle, et généralement à raison de 0^k125 à 0^k150 par mètre carré, l'épaisseur de 5 centimètres indiquée ci-dessus étant admise.

Il n'est pas indispensable que le répandage soit très régulier, notamment sur les points fréquentés, parce que la circulation fait pénétrer le sel dans la neige, le triture dans la masse et étend son action sur la zone avoisinante.

La fusion commence aussitôt le répandage. Le temps nécessaire à une fusion suffisante pour l'ébouage, dépend de plusieurs causes, principalement de l'état de la température et du plus ou moins d'imperméabilité du sol.

Quand le sol est très perméable — c'est le cas du ballast en laitier — laissant facilement passer le liquide réfrigérant au fur et à mesure qu'il se forme, le sel troue la neige et ne la fond pas.

Par les très basses températures, il y a une limite à l'action du sel. Cette action serait très restreinte sous des climats où la limite de — 15° est souvent atteinte, mais sur le réseau du Nord, la coïncidence de la neige et d'une température de — 15° est invraisemblable.

Généralement, l'ébouage peut être effectué quinze ou vingt minutes après le répandage. On l'opère soit au balai, soit à la raclette en prenant la précaution de ne pas mettre le sol complètement à sec, d'y conserver même une couche de salure.

La durée de l'effet de la salure est en raison de l'état de la température et de la prolongation de la chute de neige, du degré d'intensité de la gelée ayant pénétré le terrain. On admet qu'à une température de — 5° l'effet se prolonge d'une manière efficace pendant vingt-quatre heures au moins même sans ébouage.

La tonne de sel revient à 31 francs à la Compagnie et suffit largement au déblaiement de sept à huit mille mètres carrés. En ajoutant à ce prix celui de la main-d'œuvre nécessaire au répandage et à l'ébouage, on trouve que la dépense n'est que le tiers de ce qu'elle était avant l'emploi du sel.

En résumé, les dépenses parfois exorbitantes que la neige imposait naguère dans les gares sont fortement diminuées par l'emploi du sel, agent d'une action pratique, rapide et persistante qui réduit économiquement à une durée de quelques heures la gêne, le trouble, les embarras dus à la neige.

Lille, le 30 juillet 1887.

2^e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

Pendant plus de vingt années consécutives, jusqu'en 1879, la neige n'a pour ainsi dire pas entravé l'exploitation du réseau des chemins de fer de l'Est. Depuis cette époque, et notamment pendant l'hiver 1879-1880, il s'est produit des encombrements fréquents et parfois importants.

Pour protéger contre les *soufflées* de neige certains points qui avaient paru plus exposés que d'autres, on a essayé les paraneiges, c'est-à-dire une paroi en bois placée à une certaine distance de la ligne du côté d'où vient le vent dominant en temps de neige. Ces paraneiges n'ont donné que peu de résultats parce que le régime des bourrasques de neige est très variable. Les points encombrés l'hiver dernier ne sont pas les mêmes que les années précédentes. Sur le réseau de l'Est, il est démontré qu'il faudrait étendre les paraneiges à des longueurs très considérables pour en obtenir un résultat utile, et alors la dépense devient inabordable.

En 1880, on a commencé à se servir de chasse-neiges, sorte de charrues à double soc qui se boulonnent rapidement sur l'avant des machines et déblaient la neige jusqu'à 15 centimètres au-dessus du rail. Ces appareils sont au nombre de 88 pour le réseau (soit 1 pour environ 50 kilomètres), et répartis dans les dépôts de locomotives. Leur nombre sera augmenté encore et porté à environ 110. Aussitôt que la hauteur de la neige dépasse 15 centimètres, on attelle aux trains ordinaires des machines munies du chasse-neige. Quand l'épaisseur de la neige devient trop grande, on envoie des machines chasse-neige, seules, pour débayer la voie. En ce cas, il est bon d'en réunir deux, tender contre tender, afin de pouvoir les faire marcher dans les deux sens.

En même temps, on complète le travail des machines en enlevant la neige à la pelle, au moyen des équipes et d'ouvriers auxiliaires recrutés dans le pays. Il faut surtout dégager le rail et enlever la neige que les machines rejettent d'une voie sur l'autre.

Grâce à l'emploi des chasse-neiges, on peut réduire le travail des hommes de moitié au moins, et de plus on se rend beaucoup plus vite maître de la situation.

Les chefs de section préparent par avance des états indiquant les ressources que présente chaque localité pour le recrutement des ouvriers. Exceptionnellement on a recours à la troupe, qui est mise à la disposition de la Compagnie par l'autorité militaire, moyennant une indemnité payée aux hommes et la fourniture d'aliments chauds.

Il importe aussi d'approvisionner à l'avance les pelles en bois nécessaires.

Parfois on forme avec la neige des banquettes servant de paraneige contre de nouvelles soufflées.

Les efforts des équipes doivent d'abord se concentrer sur les gares pour dégager les appareils et les transmissions. Dans les grandes gares, on a employé avec avantage le sel pour déglacer les plaques tournantes, les transmissions et aussi pour accélérer le déblaiement des chemins aux abords des halles à marchandises.

Pendant l'hiver exceptionnel de 1879-1880, les dépenses d'enlèvement des neiges se sont élevées à 433,388 francs, soit par kilomètre de ligne 148 francs; en 1880-1881, elles ont été de 116,000 francs; l'hiver dernier, elles ont atteint près de 100,000 francs, alors que dans les années ordinaires elles ne dépassent pas 50,000 francs.

3^e NOTE

PAR M. POGRÉBINSKY

INGÉNIEUR AUX CHEMINS DE FER DU SUD-OUEST DE LA RUSSIE (1)

(PLANCHES VIII, IX, X ET XI)

DE L'EMPLOI DES PLANTATIONS COMME PARANEIGES SUR LES LIGNES DES CHEMINS DE FER EN RUSSIE.

La Russie est un des pays où les tourmentes de neige ont souvent une extrême violence. Les neiges, s'accumulant sur la plate-forme de la voie et sur les talus des tranchées, menacent chaque hiver la circulation des trains de dangers d'interruption plus ou moins sérieux, en arrêtant les trains pour quelques jours et bien souvent en pleins champs. Ce fléau occasionne d'innombrables pertes non seulement aux Sociétés de chemins de fer, mais au commerce et à l'industrie de notre pays, et ce sont surtout les voies du Sud qui en souffrent le plus, n'ayant aucun abri contre la violence du vent, qui chasse des masses de neige par les steppes à une grande distance et rend le chemin impraticable à la circulation des trains. Le midi de la Russie était presque privé de forêts; malheureusement, on porte le dernier coup à la destruction de celles qu'il possède encore.

Pour protéger nos voies contre les tourbillons de neige, nos Sociétés de chemins de fer ont fait bien des essais infructueux; les haies construites en planches et en branches de ramilles, ou bien les barrières formées de traverses usées, n'ont pu résister longtemps à l'impétuosité des tourbillons de neige. L'installation et l'entretien de ces paraneiges ne font qu'amoindrir les dommages causés par ces intempéries, tandis que le voisinage des forêts est le meilleur préservatif qu'on ait contre ces amoncellements de neige et les prévient presque d'une manière absolue.

Il est reconnu que chaque maison de campagne et chaque verger, surtout chez nous dans les contrées plates et découvertes, ne sont à l'abri de la violence du vent que tant qu'ils sont entourés d'arbres. La Russie centrale, riche en bois de sapins, depuis bien longtemps garantit avec succès ses chaussées avec des branches de sapin plantées dans la neige de chaque côté de la route. Les che-

(1) Cette note est parvenue trop tardivement pour pouvoir être communiquée au secrétaire de section chargé de l'exposé de la question.

mins de fer seulement se sont servis de brise-vent artificiels et n'ont pas voulu admettre l'idée des plantations. Il faut pourtant constater la difficulté que présente l'entretien des plantations sur le terrain peu favorable et parfois inculte bordant les lignes de nos chemins de fer. Malgré les difficultés, c'est une question du jour; l'utilité du boisement des bords de la ligne est reconnue.

Dans ces derniers temps, le gouvernement et quelques Sociétés de chemins de fer soutinrent cette idée, et plusieurs lignes, grâce à l'énergie de leurs représentants, la mirent en pratique. La Société Kursk-Charhoff-Azoff jouit déjà des fruits de ses travaux.

La Société Sud-Ouest, reconnaissant aussi l'utilité des boisements, en fit un premier essai il y a dix ans, mais la plantation fut menée d'une manière peu pratique et manqua son but. Il fallait d'abord résoudre la question du système et du choix des espèces de plantations qui pût répondre aux conditions essentielles du lieu et bien définir quel genre d'arbres et de buissons pût le mieux satisfaire à la question posée. Le but de la plantation est la défense des lignes contre les tourmentes de neige; pour y parvenir, il faut planter sur un espace assez large des forêts épaisses et touffues pour affaiblir l'effort du vent et arrêter le mouvement de la neige. Cette barrière vive doit être assez haute, assez large et assez solide pour résister à la violence du vent, au poids de la neige et au verglas.

La plantation devra être formée d'essences qui se reproduisent spontanément pour que les plantes endommagées par des causes naturelles, ou dégradées par les passants et les animaux, se reproduisent par dragons de leurs racines et de leurs graines. Il faut choisir de préférence les arbres et buissons à grande longévité et les entretenir de manière qu'au moment où ils pourraient périr en partie, la voie ne soit pas dépourvue de son abri naturel. Quelquefois on fait alterner les essences de prompt venue avec celles dont la croissance est plus lente, et on choisit les essences qui sont le mieux appropriées au sol de la ligne et aux influences climatologiques de la contrée.

Il faut distinguer deux genres de boisements : la haie vive, ou clôture formée d'arbustes et de buissons d'une hauteur limitée, et la lisière de bois, formée de plusieurs espèces et de hauteurs différentes.

La haie vive est formée par la culture de buissons et d'arbustes qu'on plante par une ou deux rangées et qu'on élague tous les deux ou trois ans.

La lisière représente des bandes de terrain boisées plus ou moins larges de plusieurs essences réunies ensemble. On plante au milieu deux ou plusieurs rangées d'arbres et on fait une bordure de buissons touffus.

Il faut s'en tenir à la seconde plantation, qui répond mieux au but désiré.

Afin de rendre la haie bien touffue et défensive, il est indispensable de redresser, de diriger convenablement les branches et de faire chaque année les élagages nécessaires, tandis que la lisière plantée à plusieurs rangées sera assez touffue même sans élagage. Il n'y a que quelques essences d'arbres qui aient besoin d'une ou de deux tontes pour former des buissons : ce simple travail peut être exécuté par des ouvriers ordinaires; il en est de même du binage pour rendre le sol friable, ainsi que du serclage des mauvaises herbes et des plantes parasites entre les rangées de la plantation.

La haie vive atteint rarement une hauteur considérable; le sapin seul donne une assez haute clôture. En général, la haie arrêtée dans sa croissance par la tonte atteint une hauteur satisfaisante au bout de dix ans seulement, et le sapin malheureusement ne peut être cultivé avec succès dans nos contrées méridionales.

Bien au contraire, dans les lisières les arbres du centre, vers la cinquième année, atteignent la hauteur de l'homme et au bout de sept ou huit ans la hauteur de deux toises; les buissons

plantés des deux côtés deviennent si touffus qu'ils recouvrent complètement le tronc des arbres.

Il en résulte qu'au bout de cinq ans, la lisière peut répondre à sa destination et elle est sans contredit, par sa forme de toit, préférable à la haie vive pour défendre les chemins de fer contre les tourbillons de neige. La haie vive se reproduit avec peine et, pour suppléer aux buissons desséchés, il est indispensable d'en planter d'autres et d'en avoir soin, car le sol durci autour des haies vives empêche les buissons de repousser par les germes et les drageons. Si une partie de la haie vive est endommagée ou est en dépérissement, on peut la renouveler en ayant soin de garantir sa croissance par des treillages ou autres moyens artificiels, mais ce n'est qu'au bout de dix ans qu'elle peut abriter la voie. Une lisière ne peut manquer son but : sous ses tiges bien serrées, le sol reste friable, exempt de mauvaises herbes, propage la végétation, seconde le bourgeonnement et la germination des semences, qui croissent librement et remplissent les clairières qui peuvent s'être formées. Ainsi la lisière acquiert avec le temps le caractère d'une forêt d'une durée indéfinie et même la perte de deux rangées ne peut amoindrir l'effet d'une forte et épaisse clôture ; elle peut suffisamment garantir les chemins des tourbillons de neige et préserver la croissance des plantes qui se reproduisent bien vite. Si au bout d'un certain temps il devient nécessaire de déblayer la lisière, la quantité de ramilles qu'on obtiendra suffira amplement à couvrir les frais du déblai. Dans les haies vives consistant en une seule espèce d'arbustes, les insectes nuisibles et autres parasites causent des dégâts beaucoup plus sensibles et considérables que dans les lisières hétérogènes. L'économie forestière d'aujourd'hui a reconnu, par la pratique, la nécessité d'adopter le système de produire des plantations d'essences mélangées parce qu'elles sont plus solides et plus durables sous tous les rapports.

Si on n'ameublit pas le terrain en faisant des binages chaque année à côté de la haie vive, il devient sauvage, compact et dur ; aussi pendant les grandes sécheresses il se forme des fentes, des crevasses qui agissent pernicieusement sur les racines et, par conséquent, sur les plantes. Les lisières n'ont pas cet inconvénient, car les branches donnent un ombrage qui rend le sol friable, mou et ne l'expose pas à des transformations périlleuses.

La haie vive exige une culture incessante, tandis que la lisière doit être seulement protégée contre la malveillance ou les atteintes des animaux.

Il en résulte qu'on peut se contenter de haies vives dans les contrées qui ne sont pas exposées aux vents et aux tourbillons de neige, où il n'y a pas nécessité de hauts paraneiges, où le sol et le climat favorisent la plantation forestière, où la population s'y comporte avec plus d'égards et les préservent même des bestiaux, et où on peut avoir la certitude que les haies seront protégées pendant toute leur croissance. Dans les contrées septentrionale et centrale de la Russie, on forme avec des sapins de très bons paraneiges, mais, dans nos contrées de steppes, les conifères avec leurs racines pivotantes offrent peu de résistance à l'action du vent sur la cime, et ces arbres sont facilement renversés. Ainsi le sapin avec des branches touffues et ses racines faibles ne pourrait braver nos tempêtes, si même on pouvait le cultiver. L'acacia jaune (*Caragana arborescens*) donne aussi un assez haut paraneige, mais il exige un sol sec et le voisinage d'autres espèces d'arbrisseaux.

Conformément à ce que nous avons mentionné plus haut, l'Administration des chemins de fer Sud-Ouest a choisi le mode de boisement par plantations de lisières ou de touffes.

Comme pour l'organisation d'une lisière de cinq ou six rangées sur l'espace d'une versté il faut 15,000 plants, il est indispensable pour satisfaire aux besoins d'une si vaste culture d'avoir en réserve une quantité suffisante de semis et de jeunes plants d'arbres et buissons. On fonda, en 1882, près de la gare Krijopol, une pépinière où, après un bon défrichement du sol et une prépa-

ration suffisante du terrain au printemps et en été, on sema les érables (*Acer negundo*), l'acacia blanc (*Robinia pseudo-acacia*), l'orme pédonculé (*Ulmus suberosa*), l'orme (*Ulmus campestris*), l'acacia jaune (*Caragana arborescens*), l'aubépine (*Crataegus oxyacantha*), l'érable tartare (*Acer tataricum*), le chêne (*Quercus*), le châtaignier (*Esculus hypocaustanum*), le sureau rouge (*Sambucus racemosa*), le frêne chinois (*Ailantus glandulosa*) et d'autres races secondaires d'arbres et de buissons. On acquit par achat une partie de graines destinée à l'ensemencement de la pépinière; le reste a été récolté dans des parcs et jardins des environs. On choisit la pépinière Krijopol comme centre des voies qui sont le plus exposées aux tourbillons de neige, en s'assurant que l'endroit choisi possède assez d'eau pour pourvoir à l'arrosage des semences et autres besoins économiques. Vers la fin de la même année, la surface des plantations d'arbres et d'arbustes atteignit à la pépinière de Krijopol l'étendue de 4,968 toises carrées.

L'acacia blanc et l'érable atteignirent, en 1882, la hauteur de 26 centimètres et servirent pour la transplantation aux bords de la ligne pendant le printemps de l'année 1883. On ne toucha pas au reste des plants de la pépinière pendant une année. L'automne de l'année 1882 a été bien pernicieux pour la pépinière; le verglas abîma et détruisit au gouvernement de Podolie et dans une partie de celui de Kiew des centaines d'arpents de forêts; il en fut de même pour la pépinière, qui subit une perte de 20 p. c., tant en acacias qu'en frênes.

La répartition des dépenses pour 1882 est la suivante :

Conduite d'eau	Roubles.	98 95
Baraques et grainiers		158 40
Inventaire.		186 55
Graines		3,354 72
Travaux à la pépinière.		1,181 00
Travaux sur la ligne		134 60
Administration		1,666 60
Total. . . Roubles.		6,780 82

Sur le terrain labouré en automne de 1882, on planta, en avril 1883, plus de 190,000 exemplaires de semis répartis sur l'espace de 14 kilomètres et 374 toises, chaque côté de la voie pris séparément; outre cela, on planta le long des tranchées, sur une étendue de 1 kilomètre et 475 toises, des plants d'acacia blanc. Le total de la plantation de 1883 s'étendit à 16 kilomètres et 349 toises. On planta généralement en cinq rangées espacées de 0.66 toises et entre chaque plante la distance fut de 0.20 toises.

Pendant le printemps et l'été, la plantation a été sarclée des mauvaises herbes et le sol a été ameubli au moyen de la pioche.

L'Administration s'étant proposé d'installer annuellement des plantations sur l'espace de 100 kilomètres et la pépinière de Krijopol ne suffisant pas, on procéda au printemps même à l'installation d'une nouvelle pépinière à la station de Rasdelnaja.

Les pépinières qui se trouvent dans une localité inculte, la steppe, sont très propices à la culture des plants vigoureux. Dès le premier jour de leur existence, les semis sont exposés à toutes les intempéries et à tous les accidents d'une vie de steppe, et par là sont propres à supporter tous les changements climatologiques.

Pour l'arrosage des semis vers la fin de 1883, on a installé des conduites d'eau munies des robinets nécessaires et à l'aide de tuyaux en toile, ainsi que d'arrosoirs, on arrose les semences. Au printemps et au commencement de l'été de l'année 1883, on a semé dans les deux pépinières :

l'orme pédonculé (*Ulmus suberosa*), l'orme (*Ulmus campestris*), l'érable tartare (*Acer tataricum*), l'acacia blanc (*Robinia pseudo-acacia*), le frêne (*Fraxinus excelsior*), le charme (*Carpinus betulus*), le chalef ou saule pleureur (*Elæagnus angustifolia*), l'aubépine (*Crataegus oxyacantha*), l'acacia jaune (*Caragana arborescens*), le troëne commun (*Ligustrum vulgare*), le bouleau (*Betula alba*), le marronnier (*Æsculus hippocastanum*), l'épine vinette (*Berberis vulgaris*), le rob-nier (*Spartium coporum*), l'églantier (*Rosa canina*), le frêne chinois (*Ailanthus glandulosa*), la guède (*Amorpha fruticosa*), le cerisier, le poirier, l'abricotier et bien d'autres arbres et buissons décoratifs. En outre, on a reproduit au moyen de boutures une grande quantité de différents genres de peupliers et de saules. A la fin de 1883, le terrain sous les deux pépinières, entouré d'une haie vive, atteignit 6 arpents (arpent = 2,400 toises carrées). La croissance d'arbres et de buissons ne laissait rien à désirer et en automne on y comptait un million et demi de plants propres à la transplantation, tels que : l'acacia jaune et blanc, l'orme pédonculé, le frêne tartare, le saule pleureur, l'orme gleditschia.

En automne 1883, on procéda au labourage des terrains nouvellement expropriés le long des tranchées entre les stations Krijopol et Birsoula.

La distribution des dépenses de 1883 est la suivante :

Installation de l'aqueduc	Roubles.	1,618 33
Baraques		958 39
Inventaire		1,499 86
Haies		76 07
Graines		1,649 93
Travaux aux pépinières		3,988 18
Travaux sur la ligne		3,254 76
Bail du terrain pour les pépinières		75 00
Administration		3,309 25
Total . . . Roubles.		16,519 77

Après avoir bien labouré un terrain de plus de 85 kilomètres de longueur, on y planta, au printemps de 1884, cinq ou six rangées d'arbres et buissons et l'on compléta aussi les plantations des années précédentes. En 1884, tout l'ensemble des plantations mesurait en longueur plus de 102 kilomètres et une superficie de terrain de 75 arpents. Les sécheresses de ce printemps eussent pu avoir une mauvaise influence sur les croissances des semis, si les grandes pluies de la mi-juillet ne les avaient restaurés ; ainsi la plantation de l'acacia blanc de 1883 vers la fin de l'année atteignit la hauteur d'une toise. Le terrain des pépinières en 1884 a été élargi de 10 arpents et on a complété la plantation des pépinières pour garnir les jardins des gares d'arbres fruitiers, d'arbres et de buissons décoratifs, tels que : poiriers, pommiers, mûriers et vignes. Pour cultiver les pépinières en rangées, on fit l'acquisition d'un semoir de Sakke, et pour ameubler l'étroit espace de terrain entre les rangées des plants, de petites charrues de Drjevietzki. A la fin de la période végétale, en automne de l'année 1884, on déterra des plates-bandes et l'on recouvrit de terre dans les deux pépinières 1,330,000 arbres et buissons de plus de 26 centimètres. Ce procédé simple est très favorable pour les semis ; et les plates-bandes, débarrassées de leur végétation, peuvent être préparées pour la culture pendant les deux saisons conformément à ce procédé. Une fois terminé le

travail ainsi décrit, on emploie le reste du temps disponible à la transplantation d'arbres et de buissons le long de la voie. En automne, on déterre les plants destinés à organiser les lisières et on les transporte sur l'endroit qui leur est destiné; au printemps, on les plante aussitôt que possible afin de profiter de l'humidité printanière du sol, car il est impossible d'arroser les plantations sur une si grande étendue.

Les dépenses de l'année 1884 ont été les suivantes :

Baraques	Roubles.	245 93
Inventaire		727 19
Graines		426 75
Travaux aux pépinières		6,248 72
Travaux sur la ligne		9,684 33
Bail du terrain.		141 00
Administration.		3,650 00
		<hr/>
Total. . . Roubles.		21,123 92

Au printemps de l'année 1885, on planta entre les stations Birsula et Rasdielnaia, sur les terrains expropriés et labourés en automne 1884, les arbustes transplantés l'automne précédent ainsi que ceux du printemps de la même année, auxquels on ajouta quelques plants poussés pendant les années 1883 et 1884. On planta en tout plus de 2 millions d'arbustes et on occupa pour les plantations 140 kilomètres de terrain. On répartit ordinairement ces plantations en cinq rangées.

En 1885, on procéda de cette manière sur les voies de la Compagnie Sud-Ouest, entre les stations Rasdielnaia et Krijopol, et on planta sur plus de 242 kilomètres une lisière occupant un terrain de 180 arpents. Pour la culture du terrain parmi les rangées des jeunes plantes dans les lisières, on acquit, chez Liphard à Moscou, de légères charrues d'une plus grande dimension que celles qui sont employées pour le défrichement des pépinières. La totalité du terrain qui a été occupée pour la plantation de 1885 s'est élevée à 11 arpents, dont une partie fut destinée à la culture d'arbres fruitiers et décoratifs. Cette plantation fut destinée à la création de jardins près des gares, casernes, maisons de gardes-lignes et autres bâtiments des chemins de fer Sud-Ouest.

Pendant l'été, on sarcla les pépinières et les plantations de mauvaises herbes; on bina et on bêcha le sol en y rendant la terre friable. En automne, on laboura la terre le long des déblais entre les stations Birsoula, Rasdielnaia, Gnialakowo pour les plantations de l'année suivante.

Les détails des dépenses de l'année 1885 sont :

Graines	Roubles.	728 27
Entretien des pépinières		6,053 52
Entretien et plantation de plants sur la ligne		10,304 60
Labourage de la terre.		1,475 48
L'installation des jardinets		733 13
Bail du terrain.		75 00
Administration.		4,100 00
		<hr/>
Total. . . Roubles.		23,470 00

Au printemps de l'année 1886, on a exécuté les plantations de la lisière sur l'espace de 85 kilomètres, en suppléant à celles des années précédentes ; on y a aussi élagué les branches. Pendant le courant de l'été, on sarçla les mauvaises herbes et on bina le sol, puis en automne on déterra les plants destinés à être transplantés pendant le printemps de 1887. L'été de 1886 a été employé à labourer le terrain sous l'ensemencement de l'année 1887.

Les dépenses de l'année 1886 sont :

Graines	Roubles.	593 43
Entretien des pépinières		5,387 27
Entretien et plantation de plants sur la ligne.		13,419 60
Labourage du terrain.		747 50
Installation des jardinets.		859 29
Bail du terrain.		75 00
Administration		4,474 87
Total. . . Roubles.		25,556 96

L'étendue générale des plantations faites en 1883, 1884, 1885 et 1886 est de 326 kilomètres et 455 toises. La quantité des semis plantés dans cet intervalle s'élève à 5 millions. Dans le courant de 1882 et 1886, les dépenses présentent le total de 89,321.47 roubles.

On ajouta des plants dans les lisières de l'année 1887 en organisant une lisière sur l'espace de 50 kilomètres, de sorte qu'en 1887 nous comptons 377 kilomètres de jeunes lisières le long de nos chemins de fer Sud-Ouest. Au printemps, on a fait l'élagage d'acacias blancs dont le tronc avait atteint quatre centimètres de diamètre ; à cet effet, on fit l'acquisition de sécateurs recourbés aux deux tranchants et munis de longs manches. Cette opération eut de très bons résultats pour ladite plantation d'acacias. Maintenant, on suit le procédé des années précédentes en sarclant les mauvaises herbes et en faisant le binage du sol. Tout en ayant soin de surveiller l'ensemencement des pépinières et des plantations le long de la voie, on cherche à perfectionner les procédés qui répondent au but de l'entreprise ; aussi doit-on fixer toute son attention non seulement sur le perfectionnement technique, mais aussi sur l'amélioration économique de l'entreprise.

L'acquisition des semences à prix élevés et d'une qualité douteuse pratiquée au commencement de l'entreprise est maintenant complètement abandonnée. Aujourd'hui, on récolte les semences d'une manière économique dans les jardins ou parcs du pays, ou on les achète aux cultivateurs mêmes. On a substitué avec succès et avantage le travail mécanique de l'ensemencement à celui fait à la main ; pour ce procédé, comme nous l'avons déjà mentionné, on a fait l'acquisition, pour l'ensemencement en rangées, de semoirs de Sakke et, pour l'ameublissement du terrain, de charrues légères de Djevietzky ; aussi grâce à ces charrues, la culture des plants et des lisières en 1884 coûta 45 p. c. de moins. La culture d'aujourd'hui se fait de la manière suivante : En automne, on déterre les plants préparés pour la plantation, puis on les transporte sur le terrain qui leur est destiné, où on les plante ; au printemps, on laboure et ameublit le terrain resté sans végétation pour l'ensemencement de l'année suivante. L'ensemencement en automne est préférable, car souvent cette saison est pluvieuse, l'arrosage devient alors superflu. L'ensemencement de l'orme ordinaire et de l'orme pédonculé (*Ulmus suberosa* et *Ulmus campestris*) doit s'exécuter à la fin mai et au commencement du mois de juin après la récolte de leurs semences. On doit recouvrir l'ensemencement qu'on vient de faire d'une couche de paille de l'épaisseur de 9 à 13 centimètres qu'on retirera aussitôt que les semences commenceront à bourgeonner, car laisser les plants sous la paille est fort nuisible ; ils croissent trop promptement, s'affaiblissent et dépérissent.

L'abri d'une couche de paille est fort utile pour l'ensemencement : le sol acquiert de la friabilité et garde assez longtemps l'humidité nécessaire pour les germes. Après avoir ôté la paille, il faudra soigneusement sarcler les mauvaises herbes des plates-bandes et piocher le sol pour le ramollir. On déterre les plantes sitôt qu'elles atteignent la hauteur de 26 à 36 centimètres ; il y a des essences qui parviennent à cette hauteur au bout d'un an, d'autres au bout de deux ans. Après avoir déterré, on coupe les racines et les tiges de 18 à 25 centimètres. On recouvre les plantes taillées et déterrées d'une couche de terre pour les préserver de la gelée en hiver. La transplantation d'automne n'a pas eu lieu encore, car on l'a exécutée dans les contrées privées de neige en hiver. Dans la plantation, deux écueils principaux sont à redouter : le soulèvement des terres au printemps, dont l'effet produit par les alternatives de gelée et de dégel est de déchausser et même de renverser les plants, et la sécheresse en été. Dans les contrées du Nord, où il y a abondance de neige, on pourra faire la transplantation en automne. Avant la transplantation, on doit herser la terrain. On plante en 5 ou 6 rangées ; entre chaque rangée, on laisse un espace de 1 à 1 1/2 mètre et entre chaque plant 0.20 toise. La distance parmi les rangées et leur nombre varient selon l'espace du terrain disponible exproprié. La distance entre la plate-forme de la voie et la lisière doit être de 4 toises, et la plantation doit consister en 5 ou 6 rangées : 3 rangées de buissons et 2 ou 3 rangées d'arbustes. Une plantation si épaisse aide à l'entrelacement des branches et le sol aura l'ombrage nécessaire. De cette manière, on abrégera aussi le temps pour les soins et les travaux de la culture. Comme il en a été déjà question, on plante les arbres dans les alignements du milieu et les buissons dans ceux du bord, en ayant soin de maintenir la distance marquée de 4 toises entre la voie et la plantation. On plante en comptant à partir du bord de la voie dans l'ordre suivant : 1° le saule pleureur ou le chlef (*Elæagnus angustifolia*) ; 2° l'orme ; 3° l'orme pédonculé (*Ulmus suberosa*) ; 4° l'acacia jaune (*Caragana arborescens*). On peut remplacer, dans le premier rang, le saule par l'érable tartare (*Acer tataricum*). On plante en alternant l'orme avec d'autres races d'arbustes, telles que l'érable (*Acer platanoides*), le mûrier (*Morus alba et nigra*), *gleditschia* ; mais la base principale d'une lisière épaisse et touffue est la plantation de l'orme, principalement de l'orme pédonculé, à cause de sa vive croissance et de sa longévité. Pour la plantation de la lisière à 5 rangées, on emploie ordinairement 16 et, pour celle de 6 rangées, 18 ouvriers. 3 hommes tendent des cordes avec des nœuds de 0.20 toise de distance pour marquer les alignements futurs des plantations et les lieux où on les doit planter. 3 hommes et 1 chariot transportent les plants et l'eau ; 5 ou 6 hommes, selon le nombre des rangées, sont employés à faire à l'aide de pieux en bois (fig. 1, p. 1001) des trous profonds de 23 centimètres ; 5 ou 6 autres hommes mettent dans ces trous les plants et les remplissent de terre en la serrant solidement à l'aide d'un petit plantoir (fig. 2) ; après cette opération, on remplit de terre légère le petit trou qui reste, avec le même plantoir. Le mode de cette plantation est montré par la figure 3. On n'arrose pas les plants, mais avant de les repiquer on les trempe dans de la terre glaise dissoute dans de l'eau. 16 à 18 ouvriers peuvent planter dans un jour une lisière de la longueur d'un kilomètre, et en comptant 50 kilomètres par homme et 1 rouble par cheval, la main-d'œuvre revient de 10 à 11 roubles par jour.

En comptant le surveillant, le repiquage, le plantage, la tonte et autres petites dépenses, la plantation d'un kilomètre revient à la Société à 22 roubles. Au printemps de 1886, on a remplacé à peu près 10 p. c. des plantes pour dépérissement, provenant de différentes causes ; cette dépense montait à 10 roubles. Dans les lisières datant de trois ans, au printemps on supplée pour la seconde et dernière fois à la plantation au manque de buissons et d'arbres, ce qui occasionne une dépense d'à peu près 5 roubles par kilomètre. Bientôt après avoir planté les lisières, on s'empresse de les sarcler et on rendra le sol friable à l'aide de divers instruments agricoles : pioche, houe, houe à cheval, râteau, herse, etc., en répétant ce procédé quatre fois par été. Le sarclage à bras

fait en une seule fois, exige par kilomètre 15 ou 16 ouvriers à 50 copecks, ce qui fait un total de 7.50 à 8 roubles. Avec une charrue à un cheval et deux ouvriers, on peut nettoyer un kilo-



Fig. 1.

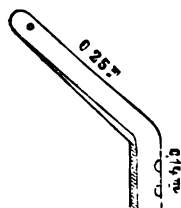


Fig. 2.

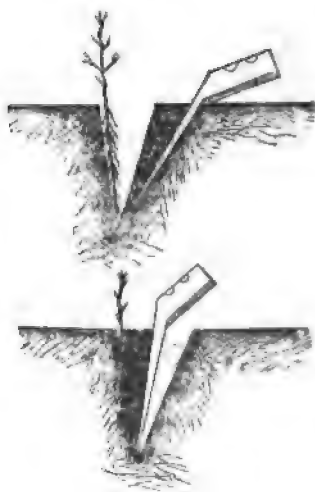


Fig. 3.

mètre de plantations en payant au premier ouvrier 50 copecks, au second 60 copecks et pour le cheval 1 rouble. Ce travail revient à 2 roubles 10 copecks par kilomètre.

On continuera le même procédé les années suivantes. Lorsque les lisières auront trois ans de croissance, on fera la tonte avec le sécateur ci-dessus mentionné; à cet effet, il faudra avoir 10 ouvriers robustes à raison de 60 copecks par ouvrier; l'élagage d'un kilomètre reviendra à 6 roubles.

Pour préserver les lisières des dégradations causées par les passants, les voitures et les animaux, on les entoure de petits treillages, de clôtures, de barrières ou de palis et de poteaux.

L'organisation de la lisière d'un kilomètre de long et sa surveillance pendant cinq ans revient à la somme suivante :

Les frais de la première année :

Le labourage du terrain sous la plantation	Roubles.	10.95	
Le prix de 15,000 plants		47.25	
Le transport des plants sur place et autres dépenses		22.00	
			80.20
Sarclages à bras des mauvaises herbes		32.00	
Le même travail à la charrue à 2 roubles 10 copecks.		8.40	
Un surveillant		5.00	
La protection de la lisière par des clôtures et des fossés		5.00	
			50.40
A reporter.			130.60

Les frais de la deuxième année :

	Report. . .	130.60
Le supplément d'arbres et de buissons dans la plantation. . .	Roubles. 10.00	
3 sarclages à bras à 8 roubles.	24.00	
4 — à la charrue à 2 roubles 10 copecks	8.40	
La tonte des plants	6.00	
Surveillant	5.00	
Les clôtures et les fossés	5.00	
	<hr/>	58.40

Les frais de la troisième année :

Remplacement des clairières dans les lisières	5.00	
L'élagage	6.00	
3 sarclages à 8 roubles.	24.00	
Autant à la charrue à 2 roubles 10 copecks	6.30	
Surveillant	2.50	
	<hr/>	43.80

Les frais de la quatrième année :

Un seul sarclage nettoyage à bras	8.00	
Deux fois à la charrue à 2 roubles 10 copecks.	4.20	
La tonte et la coupe des branches cassées et desséchées	6.00	
La clôture.	5.00	
Le surveillant	2.50	
	<hr/>	25.70

Les frais de la cinquième année :

Un seul nettoyage à la charrue	2.10	
Le binage et la coupe des branches sèches	6.00	
Le surveillant	2.50	
	<hr/>	10.60
Total. . . Roubles.		269.10

Au bout de cinq ans, les plantations n'exigent presque plus de soins et les dépenses deviennent nulles. La totalité des frais de boisement pour un kilomètre, l'entretien y compris, s'élève à 269 roubles.

Par suite de changements climatologiques nuisibles et défavorables à la plantation, ce chiffre peut varier de 10 à 16 roubles par kilomètre, de sorte que le montant d'un kilomètre de plantation, en y ajoutant les primes aux jardiniers, peut revenir à 285 roubles.

D'après les résultats mentionnés, il est avéré que les dépenses annuelles pour l'installation de plantations protectrices (des lisières) sur l'étendue de 100 kilomètres, cinq ans après le commencement de cette entreprise, c'est-à-dire pendant la période où se trouvent actuellement les chemins de fer Sud-Ouest, s'élèvent à la somme de 27,000 à 28,500 roubles par an. On peut compter par an en moyenne 28,000 roubles.

La croissance des plantes dans les lisières dépend beaucoup de la nature de la propriété et de la position du sol ; ainsi sur les terres franches, bien cultivés les semis et les plants croissent plus rapidement et ne souffrent pas autant des sécheresses que ceux qui sont plantés sur un sol aride, rude et surtout sur un terrain où se trouvent la glaise ou le sable, relevés, pendant le travail de terrassement. La croissance est aussi tardive et faible sur un sol mal exposé à l'air et mal cultivé.

Malgré les mauvaises conditions pour des boisements le long de nos chemins de fer Sud-Ouest, la possibilité de l'organisation des plantations est incontestable.

Les tableaux graphiques de la planche VIII montrent la plus haute ainsi que la plus petite croissance des plants dans les lisières.

DISCUSSION EN SECTION

(1^{re} SECTION)

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LOMMEL

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BARSANTI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. ROCCA

M. le Président. Nous abordons la question V, relative aux mesures à prendre contre les neiges. La parole est à M. Rocca, ingénieur, sous-inspecteur à la direction générale de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée, pour présenter à la section un résumé de son exposé de la question.

M. Rocca. Le temps nous presse, messieurs; je me bornerai donc à quelques points principaux de la question.

La première partie de l'exposé, qui traite des mesures à prendre contre l'encombrement des neiges, semble pouvoir être abandonnée pour faire place à une autre question plus facile à résoudre, — celle des chasse-neiges.

Si la section était de cet avis, j'omettrais tout le reste, à moins qu'elle ne croie utile d'appeler l'attention du Congrès sur l'étude des tracés au point de vue de l'action des neiges. Je ne sache pas qu'on se soit occupé déjà de ce côté de la question, soit à cause de la difficulté de trouver des règles à prescrire ou à recommander, soit à cause de l'absence de renseignements.

Un autre point, qui semble pouvoir être aussi soumis au Congrès, est celui de l'établissement de services météorologiques, à l'instar de ce qui a été déjà

fait en Amérique et en Norvège, afin d'être averti quelques jours à l'avance des bourrasques qui sévissent et de pouvoir prendre des mesures en conséquence. Mais je pense que ces deux dernières parties de la question pourraient être renvoyées après la discussion de celle qui est relative aux chasse-neiges.

M. le Président. Si l'assemblée partage cet avis, M. Rocca pourra restreindre à ce point spécial son résumé. (*Assentiment.*)

M. Rocca. Il serait intéressant de connaître les différents engins et les différentes méthodes employés dans les divers pays pour débarrasser les voies des neiges qui les encombrent. Il existe, en effet, de nombreux types de chasse-neiges, depuis le petit traîneau conduit par des chevaux, qu'on emploie sur certaines lignes de la Suisse et du Wurtemberg, jusqu'à ces chasse-neiges puissants dont on se sert en Amérique. Notre honorable président pourra nous dire que le service organisé avec les petits traîneaux dont on se sert sur le Jura-Berne-Lucerne, fonctionne parfaitement. Ces petits véhicules ont permis, depuis dix ans, de se passer des chasse-neiges à vapeur, qui amenaient souvent une grande perturbation dans le service, car ils constituaient des trains nouveaux qui, au moindre retard, entravaient la marche régulière des trains de voyageurs. Les petits chasse-neiges à traction de chevaux n'offrent pas cet inconvénient : chaque équipe de cantonniers en possède un ou deux de diverses formes, et les met en mouvement dès que la neige commence à tomber, de manière à en empêcher l'accumulation et à maintenir la voie parfaitement libre.

Je n'ai proposé aucune conclusion sur ce point, pour me conformer à mon mandat, mais il serait peut-être utile que la section se prononçât sur le mérite de ces petits chasse-neiges à traction de chevaux, dont l'usage me semble pouvoir être recommandé pour les contrées où les neiges n'atteignent pas de grandes hauteurs. Dans ces conditions, ils suffisent certainement pour empêcher toute interruption dans la circulation des trains et sont d'un usage plus économique, plus prompt et plus sûr que de lourds véhicules. Toutes les Administrations qui s'en servent sont unanimes pour en faire l'éloge et en recommander l'emploi.

Après ces chasse-neiges, il en est aussi d'un autre type qui s'adaptent à l'avant des locomotives et qui ne coûtent guère que 100 à 300 francs. On peut donc en avoir un grand nombre pour une somme relativement minime. A la première menace de neige, on les fixe à l'avant de la locomotive et le déblaiement s'opère à mesure que la neige tombe.

Mais il y a de grandes différences dans le mode d'emploi de ces chasse-neiges.

La plupart des Administrations ne croient pas prudent de les fixer à la locomotive traînant un convoi de voyageurs parce que, à la résistance du poids du train, s'ajoute celle qu'oppose la neige; le train est ainsi exposé à rester en détresse, sinon même à dérailler. C'est pourquoi presque toutes les Compagnies, les françaises notamment, emploient le chasse-neige isolé et indépendant du convoi. La Compagnie de l'Est français pourtant estime que, quand la neige n'a pas atteint une hauteur trop forte, le chasse-neige peut sans inconvénient être fixé à la machine d'un convoi.

Nous constatons aussi que, sur certaines lignes suédoises et norvégiennes, on fixe les chasse-neiges aux locomotives dès le commencement de l'hiver et on ne les enlève, quel que soit le temps, qu'après la saison des neiges. Ainsi, à mesure que la neige tombe sur la voie, elle en est déblayée par le train même.

La Sudbahn admet que sur les lignes secondaires, où les trains de marchandises et de voyageurs marchent à vitesse réduite, la locomotive soit précédée de son chasse-neige. Il y a là plusieurs systèmes, tous sanctionnés par l'expérience et qui n'ont pas révélé d'inconvénient assez sérieux pour les faire abandonner.

Les chasse-neiges adaptés sur le devant des locomotives peuvent servir pour déblayer des hauteurs de neige plus ou moins considérables : 75 à 80 centimètres sur la plupart des lignes françaises et jusqu'à un mètre sur celles du Midi; 40 à 50 centimètres seulement sur les lignes suédoises. Sur les lignes américaines, ces chasse-neiges sont d'un type différent qui leur permet de déplacer jusqu'à 2 mètres d'épaisseur de neige; mais alors il faut parfois jusqu'à trois locomotives pour les faire agir.

Passons à présent aux chasse-neiges montés sur véhicules isolés. Le type le plus simple consiste dans un soc de charrue monté sur un wagon plat, et il est adopté sur les lignes de la Méditerranée, sur celles de l'Adriatique et sur certains chemins de fer suisses. On peut se demander pourquoi plusieurs Sociétés préfèrent le chasse-neige indépendant, qui est plus coûteux et moins maniable, à celui fixé sur le devant des locomotives. La raison principale en est que le chasse-neige indépendant est plus puissant et que, s'il venait à dérailler, cet accident serait vite réparé, tandis que le déraillement d'une locomotive aurait de graves conséquences, d'autant plus que l'appareil dont elle est munie s'enfoncerait profondément dans le sol et rendrait son redressement très difficile. On doit pourtant observer que les chances de déraillement sont bien plus grandes pour un chasse-neige indépendant, qui est bien plus léger qu'une locomotive et qui possède donc beaucoup moins de stabilité sur la voie.

Le type des chasse-neiges indépendants le plus parfait, est celui qui a été adopté pour les lignes autrichiennes, lignes très sujettes à l'encombrement des neiges et où leur hauteur atteint parfois jusqu'à 2 et 3 mètres. Ces chasse-neiges consistent en de grandes caisses en tôle fixées sur un châssis monté sur quatre roues et qui percent la neige comme un soc de charrue en la déversant des deux côtés de la voie. On ne pourrait pourtant recommander l'emploi d'engins aussi puissants sur les lignes moins sujettes à l'encombrement des neiges, telles que les lignes italiennes et les lignes françaises, parce que le capital qu'on devrait y consacrer serait en grande partie inutilisé.

Il faut mentionner aussi les chasse-neiges à ailes, qui sont, non pas poussés mais tirés par la locomotive, et qui ont pour but de débarrasser la voie déjà ouverte, soit par la machine, soit par un chasse-neige indépendant. Ils sont employés sur les lignes suédoises et finlandaises.

Cette question, messieurs, a été traitée par le *Verein* allemand dans une réunion tenue à Stuttgart en 1878. On y a préconisé l'emploi de chasse-neiges adaptés à la locomotive quand la neige atteint jusqu'à 75 centimètres de hauteur et de chasse-neiges indépendants et montés sur roues quand la neige atteint une hauteur plus grande.

Mais le *Verein* allemand ne s'est pas occupé des petits chasse-neiges à traction de chevaux. Il serait cependant utile de s'en occuper, attendu que, dans les conditions où ils fonctionnent, ils rendent d'incontestables services. Ils offrent, en effet, l'avantage de coûter peu et de déblayer la voie beaucoup mieux que les chasse-neiges attelés devant la locomotive : tandis que les premiers ne déblaient la voie qu'à 5 ou 6 centimètres au-dessus du rail, les petits chasse-neiges, au contraire, ont un profil étudié de telle façon qu'ils la déblaient à 5 ou à 6 centimètres au-dessous.

Si la section entend ne discuter que cette question, je crois, messieurs, pouvoir m'en tenir à ces quelques observations.

M. le Président. Tous les membres de la section ayant pu prendre connaissance de l'exposé de M. Rocca, je crois, en effet, que M. le rapporteur peut se dispenser d'entrer dans de plus longs détails. La discussion, d'ailleurs, jettera suffisamment de lumière sur la question. J'ouvre donc la discussion.

M. Hohenegger (*Autriche-Hongrie*). Si j'ai bien compris, M. Rocca propose de recommander un nouveau type de chasse-neige.

M. Rocca. Nullement; le système des petits chasse-neiges à traction de chevaux existe depuis longtemps.

M. Hohenegger. Mais, pour nous, il est absolument nouveau, — autant qu'il s'agisse de l'employer pour le déblaiement des voies; car pour le service des stations nous nous servons également de chevaux. Je ne comprends pas comment on peut employer des chevaux dans d'autres conditions, car bien souvent il y a, pour des chevaux, des obstacles infranchissables, tels que des ponts, par exemple, où il n'y a souvent que des traverses et des longrines. Et puis, quand il commence à neiger dans des endroits où il n'y a ni hommes ni chevaux, faut-il télégraphier à la direction pour en requérir?

M. Rocca. Les Administrations qui se servent de cet appareil ont des contrats avec des entrepreneurs qui se chargent du recrutement des hommes et des chevaux.

M. Hohenegger. Chez nous, je veux dire sur notre réseau, l'emploi de chevaux serait impossible pour les raisons que je viens d'indiquer. Je désire dire un mot de cette espèce de chasse-neige attaché à la machine pendant tout l'hiver, dont a parlé M. Rocca. Nous avons fait l'essai d'un engin de ce genre consistant dans une charrue en fer de 75 centimètres de hauteur, placée devant les roues de la machine. C'est quelque chose de comparable à un chasse-neige raccourci. Qu'est-il arrivé? Quand il y avait peu de neige, elle était refoulée, mais elle n'était pas chassée de côté et, au bout de quelque temps, pour peu que la neige continuât de tomber, les trains y étaient littéralement ensevelis et le service était interrompu. Nous avons donc dû renoncer à ce système.

M. Piéron (France). Cela prouve simplement que ce système était défectueux. Les engins que nous employons chassent parfaitement les neiges sur les côtés et nous nous en trouvons très bien. J'ajoute, toutefois, que là où il y a double voie, il y a parfois nécessité d'employer des ouvriers pour rejeter de côté la neige à la pelle. Mais quand le chasse-neige est bien conditionné, il déblaye parfaitement la voie.

M. Adadouff (Russie). Dans notre pays, nous avons peu de confiance dans les chasse-neiges; nous ne les employons presque pas. La raison en est que, chez nous, la neige tombe souvent en grande abondance du jour au lendemain. A peine la voie serait-elle déblayée sur un certain espace que, de nouveau, elle serait

envahie par une telle quantité de neige qu'il serait impossible de l'en débarrasser. Ce sont ces déblais rejetés de côté qui causent surtout l'encombrement des neiges; et il faut nécessairement recourir à de nombreux ouvriers pour faire disparaître les neiges rejetées de côté.

M. le Président. Je regrette que mon collègue, M. Dietler, ne soit pas présent; il aurait pu fournir à la section des renseignements intéressants sur ce qui se passe sur son réseau en Suisse. Ce que je puis dire, quant à moi, c'est qu'en cette matière il n'y a rien d'absolu. Nous ne prétendons pas que ce que nous faisons soit rationnellement praticable ailleurs. Mais ce que je puis affirmer, c'est que, dans les conditions où nous sommes, nos petits chasse-neiges nous donnent de bons résultats. Ils sont en usage sur la ligne Berne-Lucerne et nous transformons tous nos attelages pour les appliquer à nos lignes du Jura. L'année dernière, nous avons eu deux déraillements par suite de l'emploi du wagon triangle à traction de locomotive. Au Jura, où les conditions sont rendues si mauvaises par la neige, nous sommes parvenus à limiter à deux heures le retard dû à son action.

Les petits chasse-neiges triangulaires nécessitent l'emploi de chevaux; mais nous trouvons toujours ces derniers en nombre suffisant, ceux qui les possèdent étant très heureux d'en obtenir l'emploi pendant l'hiver. Souvent les communications télégraphiques sont interrompues parce que les fils sont chargés de neige ou se brisent; on ne peut donc pas compter sur le télégraphe pour réclamer du matériel et des hommes.

Il est, dès lors, fort heureux que nous obtenions sur place les moyens de parer immédiatement à toute éventualité. Mais, encore une fois, de ce que nous trouvons ces facilités on ne peut pas conclure à la possibilité d'employer partout notre système.

M. de Sytenko (Russie). En Finlande, ainsi qu'en Suède et en Norvège, on emploie aussi ces petits triangles trainés par des chevaux. Mais je partage l'avis de mon collègue russe que, dans notre pays, les chasse-neiges sur la plupart des lignes, loin d'être utiles, seraient plutôt nuisibles et même dangereux. La raison de cette différence, c'est qu'en Finlande, en Suède et en Norvège les voies ferrées sont plus ou moins protégées par les montagnes avoisinantes, tandis qu'en Russie la plupart de nos grandes lignes traversent de vastes plaines dépourvues de tout abri. Il s'y produit de tels tourbillons de neige qu'en peu de temps vos petits chasse-neiges seraient complètement ensevelis. La difficulté serait, d'ailleurs, encore accrue par la résistance qu'opposerait la neige amoncelée par l'effet du

triangle, surtout quand la couche de neige est considérable. Nous ne pouvons donc pas songer à employer de tels engins en Russie pour combattre l'action de la neige. Il serait dans tous les cas préférable d'adapter aux triangles des locomotives parcourant la ligne à de courtes distances l'une de l'autre.

M. le Président. Il est midi et la discussion ne semble pas épuisée; je vous propose de renvoyer la suite à cette après-midi, pour autant que la séance plénière ne dure pas trop tard. (*Assentiment.*)

— La séance est levée à midi.

Séance du 24 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LOMMEL

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BARSANTI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. ROCCA

— La séance est ouverte à 9 heures du matin.

M. le Président. Nous reprenons la discussion de la question V, relative aux mesures à adopter contre les neiges.

M. Pogrébinsky (Russie). M. Rocca, dans son excellent rapport, parle des plantations comme mesures contre les neiges. Mais il y a plantation et plantation. Il me semble qu'il faut en distinguer deux genres : la haie vive ou clôture formée d'arbustes et de buissons d'une hauteur limitée, et la lisière formée de plusieurs espèces de hauteurs différentes.

La haie vive, comme je l'ai dit dans ma note insérée dans le *Bulletin de la Commission internationale* (Voir vol. I, n° 8, août 1887, 4^e fasc.), est formée par la culture de buissons et d'arbustes qu'on plante sur une ou deux rangées et qu'on élague tous les deux ou trois ans.

La lisière consiste en bandes de terrain plus ou moins larges, boisées de plusieurs essences réunies ensemble. On plante au milieu deux ou plusieurs rangées d'arbres et on fait une bordure de buissons touffus. Au sud de la Russie, nous nous

tenons au second genre de plantation. En parlant de la préférence de la lisière, il faut mentionner que, dans les lisières, les arbres du centre atteignent déjà une hauteur suffisante au bout de la cinquième année, tandis que la haie vive, même par la tonte, atteint une hauteur notable seulement vers la dixième année. En outre, la haie vive ne se reproduit pas du tout ou difficilement, tandis que la lisière se propage spontanément. Enfin, la haie vive demande une grande surveillance et un entretien constant, tandis que la lisière doit être protégée seulement contre la malveillance ou les atteintes des animaux.

Outre les chiffres que j'ai donnés dans la note ci-dessus mentionnée relativement aux dépenses de plantation, je voudrais ajouter encore quelques données concernant les dépenses de déblaiement des neiges. Je dépose sur le bureau un tableau (Voir annexe, tableau I) par lequel on voit que sur les lignes des chemins de fer d'Odessa, de Kiew-Brest et de Brest-Graiewo, — qui depuis l'année 1879 forment une seule Compagnie, la Sud-Ouest, — les plus grandes dépenses par verste (kilomètre) ont été en 1875, sur le chemin de fer d'Odessa, de plus de 1,100 francs et le minimum de dépense dans les dernières années de 36 à 37 francs par verste.

Le délégué de la Grande Société russe m'a prié de vous communiquer quelques données concernant le chemin de fer de Nijni-Novgorod. (Voir annexe, tableaux II et III.)

La dépense pendant vingt-trois ans, de 1863 à 1885, pour l'enlèvement de la neige sur la voie et la protection contre les encombrements par des paraneiges mobiles, est indiquée dans le tableau II. Le tableau III indique, pour la période de 1866 à 1885, la quantité de journées d'ouvriers employées à l'enlèvement de la neige de la voie.

La plus grande quantité de journées d'ouvriers a été employée sur la ligne Moscou-Nijni-Novgorod en 1867, l'année la plus abondante en neige depuis l'ouverture de la ligne.

M. Brière (France). Je suis à même de fournir à la section quelques renseignements au sujet de la partie du réseau d'Orléans où nous avons des accumulations de neige assez considérables.

J'ai fait insérer, en 1882 ou 1883, dans la *Revue générale des chemins de fer*, une note d'un de nos chefs de section très compétent et très au courant des travaux qu'elles nécessitent. Nous avons, sur notre réseau d'Orléans, deux particularités auxquelles répondent deux classifications du service des neiges très dis-

inctes l'une de l'autre. Nous avons, d'une part, ce que j'appellerai les neiges accidentelles, et, d'autre part, les neiges normales, habituelles. Sur certaines parties du réseau, la neige est un phénomène normal, régulier, qui nécessite des mesures prévues, pour empêcher toute interruption du service. Sur d'autres parties, il y a les neiges qui arrivent accidentellement, et ce ne sont pas les moins dangereuses.

Ainsi, sur notre réseau, notre plus grand ennui, c'est de voir tomber de la neige dans des régions comme aux environs de Paris, où il est très rare d'en rencontrer. A une trentaine de kilomètres s'étend un vaste plateau, uni comme la mer, où il n'y a ni arbres ni ondulations de terrain. Or, tous les dix à douze ans, nous avons là tout à coup une accumulation considérable de neiges, non pas tombant des nuages, mais charriées par le vent; et l'encombrement est tel que déjà le service s'est trouvé interrompu pendant une huitaine de jours. Ce fait est tellement exceptionnel qu'il serait évidemment de mauvaise administration de prendre des mesures préventives plus ou moins coûteuses en vue d'une pareille éventualité.

Au contraire, dans la région que traverse la ligne du Cantal, sur une étendue de 27 kilomètres, la neige tombe régulièrement en grande abondance. Nous avons dressé des statistiques très complètes, qui remontent à 1860 et qui constatent que les hauteurs des neiges y ont varié entre 1 et 8 mètres. La dépense pour le déblaiement des voies y a varié entre 200 et 1,200 francs par kilomètre. L'engin dont nous nous servons pour débarrasser les voies est le chasse-neige monté sur un véhicule indépendant et poussé par une machine. Nous en avons obtenu de bons résultats.

Outre les neiges qui tombent des nuages, nous avons les amoncellements causés par le vent; ils sont désignés sous le nom de *combles* et, en quelques heures, atteignent parfois une hauteur de 6 à 7 mètres. Le minimum de hauteur ne descend guère au-dessous de deux mètres. Notre chasse-neige fonctionne aussi bien à la montée qu'à la descente; je fais cette remarque parce que j'ai entendu dire que les chasse-neiges ne fonctionnaient qu'à la descente. J'ajoute qu'il est actionné par une machine puissante de cinq essieux couplés.

Nous avons un agent posté au point culminant de cette région et qui, par une longue expérience, en est venu, sans jamais se tromper, à pressentir les *combles*. Aussitôt averti, cet agent prend les mesures nécessaires pour maintenir la circulation sur la voie. Nous avons ainsi un service excellent.

Je reconnais que cette ligne n'a pas un très fort trafic; il n'y circule que cinq trains par jour, dans chaque sens; et nous n'avons pas de service de nuit. Nous pouvons donc mettre les nuits à profit pour déblayer la voie. Ainsi, depuis treize

à quatorze ans, nous n'avons jamais eu d'interruption de service causée par les neiges.

Quant à la dépense, je n'entends nullement dire que notre système ait pour résultat de nous donner une économie. Quoi que l'on fasse, il faut toujours des hommes pour enlever la neige accumulée sur les bords de la voie. Mais c'est là, pour nous, une considération secondaire : ce qu'il importe, c'est d'assurer la régularité du service.

Il y a, sur cette ligne du Cantal, une particularité que je dois signaler. C'est l'ingénieur en chef des travaux, M. Nordling, qui en a dirigé la construction et, dans l'étude du tracé, il s'est surtout préoccupé de la question des neiges. Nous n'avons pour ainsi dire point de tranchées, et presque partout, on a abattu les déblais du côté de la vallée, de manière à permettre aux chasse-neiges de rejeter les neiges de ce côté sans devoir les enlever à bras d'homme. Les précautions les plus minutieuses ont été prises en vue surtout de l'action des neiges : la plateforme a été établie en remblai plutôt qu'en déblai; on a écarté ou évité les chemins latéraux parallèles aux tranchées, écrété les tranchées à flanc de coteau les plus exposées et aplati certains talus; on a aussi augmenté la largeur des tranchées en rocher; enfin, on a supprimé les trottoirs des stations, ainsi que les parapets des ponts, et on les a remplacés, sur les viaducs et les murs de soutènement, par de simples lisses. Ainsi, je crois pouvoir dire que nous faisons là un service réellement remarquable et qui nous a toujours donné entière satisfaction, sauf pendant les premières années, où il y a eu quelques tâtonnements.

Un membre. Ces combles se produisent-ils sur une grande étendue?

M. Brière. Oui, parfois sur 200 mètres de longueur.

M. Hohenegger. Par quelle température travaille votre chasse-neige?

M. Brière. Nous attachons la plus grande importance, dans cette région, à balayer la neige au moyen des chasse-neiges dès qu'elle commence à tomber; jamais nous ne la laissons s'accumuler. Nous n'avons point là de température extraordinairement basse, comme en Russie, par exemple. J'ajoute que, dans cette région, comme dans celle dont parlait tout à l'heure M. le Président, nous avons une population qui est généralement inoccupée en hiver et où nous trouvons une sorte de clientèle de gens qui savent, à l'avance, que nous comptons sur leur concours et qui accourent sur la ligne munis de pelles et d'autres outils ou engins

pour aider à l'enlèvement de la neige dès qu'elle commence à tomber. Nous n'avons qu'à nous louer de la façon dont fonctionne ce service.

M. Nordling avait été chargé de faire un voyage en Autriche pour y étudier les dispositions adoptées dans ce pays contre les amoncellements de neige. C'est en s'inspirant de ce qu'il y avait vu qu'il a proposé les mesures que je rappelais tout à l'heure et qu'il a établi sur la ligne du Cantal certains postes de paraneige dans les endroits qui paraissaient le plus exposés à la formation des *combles*, ou à la descente des neiges le long des flancs de la montagne. Ces paraneiges ont d'abord bien fonctionné, mais il suffisait que le vent prît une direction légèrement différente pour que le résultat fût tout autre. En fin de compte, nous avons supprimé les paraneiges, et aujourd'hui nous ne prenons plus de précautions spéciales pour cette partie de la ligne; nous nous bornons à l'emploi du chasse-neige, et la dépense d'entretien est minime. Il est très lourd, très solidement construit; on n'y fait pas pour 100 francs de réparations par an, et il est sans exemple qu'il déraile. A l'origine, les déraillements étaient assez fréquents; mais, grâce aux modifications apportées par un de nos ingénieurs de la traction, depuis quinze ans, notre chasse-neige n'a plus déraillé une seule fois.

M. von Leber (Autriche). Nous avons, en Autriche, une quantité de paraneiges qui réussissent très bien. Sur certaines lignes, ils consistent en remblais de terre établis une fois pour toutes; et c'est encore le système le plus économique.

M. Brière. Je ne le conteste pas; mais je crois que, dans certains cas, ce système est mauvais : il n'y a rien de plus capricieux que la neige et, chez nous, ces sortes de paraneiges n'ont pas donné de bons résultats.

M. von Leber. Au nord de Vienne, il y a une grande plaine traversée par plusieurs lignes de chemins de fer, dont la plus ancienne est la ligne du Nord. Quand on l'a construite, on n'avait pas tout à fait les mêmes principes que maintenant. La ligne est construite à fleur de terre; il en résulte qu'elle est souvent encombrée par la neige chassée par le vent et qui y forme un véritable remblai. Après avoir essayé là plusieurs systèmes, on a fini par établir des paraneiges en remblais de terre, qui réussissent bien.

M. Pogrébinsky. En Russie, les paraneiges nous rendent des services pourvu que la direction du vent n'en neutralise pas l'action. Pour parer à cet inconvé-

nient, nous établissons souvent des paraneiges des deux côtés de la voie. Moyennant cette précaution, il y a peu de déblai à faire.

M. Soltan (*Russie*). Les chemins de fer, en Russie, sont, en effet, pourvus de paraneiges; je pourrais citer plusieurs chemins de fer situés dans des pays de plaine qui s'en trouvent très bien. Il en est ainsi notamment du chemin de fer de la Vistule.

Quand les paraneiges sont placés à une certaine distance de la crête du talus, ils offrent une utilité beaucoup plus grande.

M. le Président. Nous sommes frappés, en Suisse, de la justesse de cette observation que le paraneige ne fonctionne parfaitement que quand il est placé à une certaine distance de la voie; et c'est là une précaution bien facile à prendre, surtout dans les contrées où le terrain a peu de valeur.

Nous employons un moyen que je donne pour ce qu'il vaut, mais dont nous avons obtenu de bons résultats. Dès que les premières neiges commencent à tomber, nous nous en servons pour élever des cavaliers à une certaine distance de la voie; et comme la neige, dans les parties un peu élevées du Jura, est assez consistante et ne fond presque jamais complètement, nous parvenons, par ce moyen bien simple et sans complication d'indemnités, à établir un obstacle non interrompu contre l'action de la neige. J'ai pensé que ce renseignement valait la peine d'être donné à la section.

M. von Leber. Les moyens à employer diffèrent nécessairement selon les localités. Dans les traversées du Karst, vous pouvez voir une véritable fortification de pierres faisant l'office de paraneige. C'est que là, il y avait de grandes quantités de pierres et qu'il n'y avait qu'à les prendre; tandis qu'ailleurs, on ne pourrait employer ce moyen sans s'imposer des charges énormes.

M. Hohenegger. Quand le terrain doit être payé cher, nous ne faisons pas de remblais en terre pour servir de paraneige. Mais alors nous posons, à la limite de notre propriété, des planches de 2 à 3 mètres de hauteur, qui sont suffisantes dans presque tous les cas. Ces clôtures, sans coûter fort cher, nous donnent de bons résultats.

M. Pogrëbinsky. Ces planches sont-elles plantées à la crête?

M. Hohenegger. Oui.

M. Pogrébinsky. Mais alors, que fait-on de la neige qui tombe en deçà du paraneige? Pour ma part, j'ai constaté qu'une des causes de l'encombrement des neiges provenait précisément de ce que nous avons mis les paraneiges trop près de la crête du talus.

M. Hohenegger. Cela dépend de la hauteur des paraneiges. Quelle hauteur avaient les vôtres?

M. Pogrébinsky. 2^m10 à 2^m20.

M. Hohenegger. Les nôtres ont de 2 à 3 mètres.

M. Soltan. La hauteur des neiges varie selon les régions. On avait fixé pour le chemin de fer d'Orenbourg la hauteur des paraneiges à 4 sagènes, c'est-à-dire 8 mètres; mais il a été reconnu qu'il serait impossible de les entretenir s'ils étaient faits en planches; et l'on se décida à faire des plantations au moyen d'essences d'arbres qui répondaient le mieux aux conditions climatiques du pays.

M. Adadouff. J'appelle l'attention de la section sur un système d'écrans mobiles usité en Russie; ils ont 3^m40 de largeur sur 5 à 6 mètres de hauteur et 5 millimètres d'épaisseur. C'est un volume facilement transportable par deux hommes. On les pose verticalement quand vient la saison des neiges, au mois d'octobre; et on peut les changer de place à volonté.

Notre ligne, qui a 800 kilomètres de longueur, traverse de vastes steppes où la neige est parfois si abondante que j'ai vu moi-même des stations complètement ensevelies. A l'origine, nous dépensions de 400,000 à 500,000 roubles par an pour entretenir la voie dans de bonnes conditions de viabilité. Nous avons compris que nous ne pouvions pas continuer à nous imposer un tel sacrifice, et c'est alors que nous avons songé au système des écrans mobiles, qui nous ont donné de bons résultats.

Nous plaçons ces paraneiges à une certaine distance; puis, quand les premières neiges commencent à tomber, nous nous en servons pour former des digues à 20 ou 30 mètres de ces paraneiges et nous y établissons une seconde ligne d'écrans mobiles. Parfois, nous établissons une troisième ligne de paraneiges et nous les élevons jusqu'à la hauteur de 9 mètres. Avec ce système, il n'y a plus d'interruption dans le service, et la dépense a diminué de plus de moitié.

Il est une question à laquelle je voudrais bien obtenir une réponse. En quoi

consiste le concours du gouvernement quand les encombrements sont trop considérables ?

M. Brière. En France, ce concours n'existe pas.

M. Jules Michel (France). Le gouvernement met parfois des troupes à la disposition des Compagnies.

M. Brière. Oui, mais ces soldats nous coûtent plus cher que les ouvriers. (*Hilarité.*) Il vaut mieux tâcher de s'en passer.

M. le Président. Personne ne demandant plus la parole, nous pouvons considérer la discussion comme épuisée.

Je suis un peu embarrassé, messieurs, pour traduire la pensée dominante de la section. M. Hohenegger croit à l'efficacité des barrières, et nos collègues russes la contestent. Il semble résulter de la discussion que cette question des neiges est une de celles dont la solution dépend beaucoup des circonstances locales.

Dans ces conditions, il faudra nécessairement nous servir d'une formule assez vague comme conclusion, et dire que les moyens employés sont très différents ; que, dans beaucoup de cas, les barrières doivent atteindre une telle hauteur qu'il y faut renoncer et qu'on est forcé de recourir à d'autres moyens de défense, soit des plantations, soit des obstacles placés à certaine distance de la crête des tranchées.

Quant aux moyens de déblaiement, messieurs, vous êtes assez d'accord, je pense, qu'ici encore on ne peut pas généraliser.

D'après les renseignements que nous a donnés M. Brière et qui sont confirmés par diverses Compagnies, c'est encore le triangle qui est le moyen le plus efficace. Mais il est admis aussi que, dans certains cas locaux, comme celui que j'ai cité hier, il peut être utile de recourir à d'autres moyens.

M. Brière. Voici, messieurs, les conclusions que j'ai l'honneur de vous proposer :

« La section est d'avis que la chute des neiges et leur accumulation étant des phénomènes extrêmement variables suivant les localités, il est impossible de donner des indications précises sur les procédés qui doivent être préférablement employés pour leur enlèvement.

« Elle ne peut qu'appeler l'attention des services de construction sur l'utilité

« de tenir le plus grand compte de la question des neiges lors du premier établissement des lignes dans les régions exposées aux encombrements. »

M. Jules Michel. Il est bien difficile de résoudre cette question avant la construction, en l'absence de données assez précises sur la direction des vents.

M. Brière. Je pense, au contraire, que cela est possible et que cela doit se faire au moment où l'on étudie un tracé. La preuve que cela est possible, je l'ai fournie en citant l'exemple de notre chemin de fer du Cantal, dont le succès est dû certainement pour les neuf dixièmes aux précautions qui ont été prises par M. l'ingénieur Nordling lorsqu'on l'a établi. Tous les jours encore, nous constatons les bons effets de ces précautions. Si cette ligne avait été construite comme beaucoup d'autres, sans se préoccuper de la question des neiges, je crois que nous rencontrerions aujourd'hui des difficultés que nous ne connaissons heureusement pas. J'en appelle à M. Bricka, qui a eu à entretenir une ligne dont il m'a fait l'héritier, hélas! (*Hilarité.*) C'est une ligne qui est dans des conditions infiniment meilleures que celle du Cantal sous le rapport des neiges et où cependant leur enlèvement est dix fois plus difficile.

M. le Président. Verriez-vous quelque inconvénient à admettre une phrase dans ce sens?

Des voix. Non! non!

M. Adadouff. Nous nous attachons à ne pas faire de tranchées de plus de 2 mètres.

M. Brière. Sans entrer dans les détails, ce que dit M. Adadouff est très exact : les tranchées de 2 mètres à 2^m50 sont de beaucoup plus dangereuses.

— La rédaction proposée par M. Brière est mise aux voix et adoptée.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE



Séance du 24 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. M. Lommel, président de la 1^{re} section, est chargé de vous présenter le résumé des discussions qui ont eu lieu sur la question V. Je lui donne la parole.

M. Lommel. Messieurs, les discussions de la section ont eu pour base l'exposé de M. Rocca, ingénieur, sous-inspecteur à la direction générale des chemins de fer de la Méditerranée (Italie).

Deux questions très différentes ont été traitées. La première est celle de moyens préventifs à employer pour empêcher l'accumulation des neiges; la seconde concerne les moyens de débayer les neiges une fois que l'accumulation s'est produite.

La discussion sur ces deux questions a été excessivement nourrie; on a cité un très grand nombre de moyens propres à empêcher l'accumulation. On a parlé notamment des barrières, et un désaccord s'est produit sur la distance à laquelle les barrières — qui paraissent être le meilleur moyen à employer — doivent être de la crête du talus. Mais on a dû bien vite reconnaître que, dans cette question comme dans d'autres, les conditions se présentaient d'une façon très différente selon les localités.

Les uns sont d'avis qu'il faut toujours placer les barrières à une forte distance de la crête du talus.

Un de nos collègues a opiné qu'il était possible de les placer à une courte distance, à condition de les établir à une hauteur suffisante. Nos collègues russes ont déclaré qu'ils avaient essayé de prendre une hauteur suffisante, mais qu'ils

étaient arrivés à faire des barrières de 8 mètres de hauteur et que, sur les confins de l'Oural, même des barrières semblables ne remplissaient pas leur but.

Sur cette question, comme sur beaucoup d'autres, nous avons été d'avis qu'il n'était pas possible d'admettre une règle absolue, mais que les moyens préventifs se présentaient différemment, suivant les pays, suivant les climats, suivant la quantité de neige qui tombe, suivant la direction du vent et suivant la direction de la voie par rapport à la direction du vent.

En Suisse, sur certaines lignes qui traversent le Jura, il y a des cas dans lesquels nous nous passons de barrières fixes, celles-ci ayant l'inconvénient d'exiger une coûteuse expropriation, puisqu'il faut emprunter une zone très large ou bien obtenir une servitude sur le fonds du propriétaire riverain. Nous employons les premières neiges de l'hiver pour faire des digues avec la neige même; celle-ci a une certaine consistance et les talus sont faits sans occasionner aucun dégât aux cultures et sans donner lieu au paiement d'indemnités spéciales.

En ce qui concerne la question du déblaiement, nous sommes arrivés à une conclusion semblable.

Le système de déblaiement au moyen de wagons chasse-neiges convenablement construits est celui qui peut le mieux convenir sur les grandes lignes, lorsqu'il est bien appliqué.

Une communication très intéressante a été faite à ce sujet par la Compagnie d'Orléans.

Il en résulte que, sur une ligne exceptionnellement chargée de neige, ce service se fait depuis un certain nombre d'années d'une manière très convenable, et cela nonobstant des conditions qui paraissent défavorables au premier abord; en effet, il se fait à la montée, sur une rampe de 30/1000.

Un autre système, très usité sur certains chemins de fer autrichiens et suisses, est celui du déblaiement en petit. Il y a des triangles qui, au lieu de dégager la voie entière, ne dégagent qu'un seul rail, et, pour opérer la traction de ces triangles, on se sert de moteurs animaux, chevaux ou bœufs.

Il a été reconnu que ce système présente des avantages très sérieux; mais il n'est pas applicable dans tous les cas. Il est surtout recommandable dans les vallées, dont la population agricole est dense et rapprochée de la ligne.

J'ajoute que les cultivateurs sont très heureux de pouvoir utiliser leurs chevaux ou leurs bœufs et de gagner ainsi quelques centaines de francs pendant l'hiver.

Sur certaines lignes suisses, nous avons recours à ce système depuis plusieurs années, et il n'a jamais donné lieu à aucune difficulté. Même pendant les neiges

abondantes de l'année dernière, alors que sur les grandes lignes il y a eu des interruptions de quatre ou cinq jours, nous n'avons presque jamais eu de retard supérieur à deux heures.

Nous avons eu des retards un peu plus longs, mais ils provenaient non pas des neiges, mais de ce fait que les triangles déraillaient en passant sur les aiguilles et qu'ils barraient la voie. Nous en avons conclu que notre système de déblaiement devait être transformé, et nous sommes en train d'appliquer aux lignes du Jura le même système que nous avons appliqué aux lignes de Berne-Lucerne.

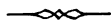
Pour cette question encore, la section a pensé que ce qui était bon sur un point pouvait ne pas l'être sur les autres, qu'il appartenait aux ingénieurs d'étudier pour chaque cas particulier le moyen le plus avantageux, et elle est arrivée à la conclusion suivante, qui, comme les autres, est un peu générale :

“ La section est d'avis que, la chute des neiges et leur accumulation étant des
“ phénomènes extrêmement variables suivant les localités, il est impossible de
“ donner des indications précises sur les procédés qui doivent être préférable-
“ ment employés pour leur enlèvement.

“ Elle ne peut qu'appeler l'attention des services de construction sur l'utilité
“ de tenir le plus grand compte de la question des neiges lors du premier éta-
“ blissement des lignes dans les régions exposées aux encombrements. ”

— Ces conclusions sont ratifiées.

ANNEXE ⁽¹⁾



*Note sur les dépenses de déblaiement des neiges, par M. Pogrébinsky,
ingénieur aux chemins de fer du Sud-Ouest de la Russie.*

(1) Déposée sur le bureau de la 1^{re} section, dans la séance du 24 septembre.

Tableau II.

Dépenses relatives à l'enlèvement des neiges et à la protection des voies par des paraneiges mobiles sur le chemin de fer de Nijni-Novgorod de 1863 à 1885.

ANNÉES.	DÉPENSE de déblaiement et d'enlèvement de la neige.	DÉPENSE d'achat, de placement et de déplacement des paraneiges mobiles.	DÉPENSE de nettoyage des fosses au printemps.	DÉPENSE TOTALE.	DÉPENSE par verste de ligne.	DÉPENSE par verste de voie principale.
				Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
1863 . . .				38,867 08	94 80	94 80
1864 . . .				30,736 02	75 "	75 "
1865 . . .				30,459 52	74 28	74 28
1866 . . .				28,454 72	69 40	69 40
1867 . . .				209,582 88	511 16	511 16
1868 . . .	Les renseignements manquent.			105,647 04	257 68	257 68
1869 . . .				79,066 92	192 84	192 84
1870 . . .				136,300 88	332 44	332 44
1871 . . .				154,808 32	377 60	377 60
1872 . . .				92,997 36	226 84	226 84
1873 . . .				143,296 92	349 52	349 52
1874 . . .	80,420 24	32,320 56	12,415 "	125,155 80	305 24	305 24
1875 . . .	82,426 48	25,464 92	7,795 36	115,686 76	282 16	282 16
1876 . . .	101,285 04	32,379 36	9,044 60	142,699 "	348 04	299 16
1877 . . .	42,910 80	36,638 88	9,327 84	88,872 52	216 76	152 12
1878 . . .	96,031 72	27,232 "	7,540 60	130,804 32	319 04	202 16
1879 . . .	82,324 88	23,225 24	3,593 56	109,143 68	266 20	167 92
1880 . . .	100,630 48	24,207 36	11,152 76	135,990 60	331 68	509 20
1881 . . .	130,660 12	21,913 88	12,980 44	165,544 44	403 80	253 48
1882 . . .	99,496 84	24,708 92	9,897 92	144,103 68	327 08	206 32
1883 . . .	135,236 32	26,016 96	15,927 20	177,180 48	432 16	274 60
1884 . . .	135,633 72	28,218 60	11,679 84	175,532 16	428 12	270 04
1885 . . .	125,432 24	20,021 32	11,050 24	156,503 80	381 72	240 76
Total. . .	1,212,488 88	322,348 "	122,405 36	2,717,435 80	6,603 56	5,724 72
Moyenne par année . .	"	"	"	118,149 38	287 12	235 84

Tableau III.

*Nombre d'ouvriers occupés à l'enlèvement des neiges sur le chemin de fer
de Nijni-Novgorod de 1866 à 1885.*

ANNÉES.	NOMBRE D'OUVRIERS A LA JOURNÉE.		
	Total.	Par verste de ligne.	Par verste de voie principale.
1866	6,381	16	16
1867	99,258	242	242
1868	37,210	91	91
1869	36,208	88	88
1870	48,491	118	118
1871	65,791	161	161
1872	41,295	101	101
1873	65,915	161	161
1874	55,328	135	135
1875	41,893	102	102
1876	69,156	169	145
1877	37,067	91	66
1878	66,585	162	103
1879	54,485	133	84
1880	70,503	172	108
1881	86,628	211	133
1882	67,505	165	104
1883	89,508	218	138
1884	92,232	225	142
1885	84,724	207	130
Total. . .	1,216,163	2,968	2,368
Moyenne par année. . .	60,808	148	118

VI. QUESTION

VOIES TRÈS FATIGUÉES

Quelle est l'influence des conditions d'établissement des voies ferrées à grande circulation sur les dépenses d'entretien, tant de la voie elle-même que du matériel roulant?

VI^e QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Exposé par M. Siegler (pl. XII)	VI — 3
Discussion en section	VI — 13
Discussion en séance plénière et conclusions	VI — 30
Annexes : A. Note de l'Administration du North Eastern Railway. — B. Note de M. Hohenegger (pl. XIII)	VI — 33

EXPOSÉ

PAR SIEGLER

INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSEES, INGÉNIEUR EN CHEF ADJOINT DE LA VOIE AU CHEMIN DE FER DE L'EST FRANÇAIS

(PLANCHE XII)

INTRODUCTION ET ANALYSE DES COMMUNICATIONS DES ADHÉRENTS.

Les communications auxquelles cette question a donné lieu de la part des adhérents se réduisent à trois, que nous allons résumer :

1° Administration des chemins de fer de l'État belge.

Cette Administration annonce qu'elle vient d'entreprendre un essai d'une voie renforcée dont le rail pèse 53 kilogrammes au mètre, et repose sur 12 traverses en chêne par longueur de 9 mètres; les attaches sont consolidées en proportion. (Voir planche XII.)

Il lui semble établi que le renforcement de la voie est favorable à la diminution des frais d'entretien proprement dits, tant du matériel fixe que du matériel roulant. Mais cette influence ne pourra être établie par les expériences de l'Administration des chemins de fer de l'État belge que dans quelques années.

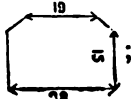
2° Compagnie des chemins de fer de l'État néerlandais.


Cette Compagnie a entrepris des études comparatives sur les types de voie suivants :

- A. Voie normale sur billes en chêne;
- A'. Voie normale sur traverses d'acier;
- B. Voie modèle sur billes en chêne armées;
- B'. Voie modèle sur traverses d'acier.

A. Voie normale sur billes en bois :

La voie normale est formée de rails d'acier de 9 mètres pesant 33¹/₂ au mètre, avec éclisses-cornières pesant 21 kilogrammes la paire;

2 billes en chêne de 2^m65 de longueur  ;

8 billes en chêne  ;

4 billes et 48 crampons.

A'. Voie normale sur traverses d'acier .

Rails et éclisses comme ci-dessus ;

10 traverses d'acier à profil variable, de 50 à 55 kilogrammes la pièce, correspondant à 57 1/2 et 63 1/4 kilogrammes, à profil constant ;

40 crapauds d'acier ;

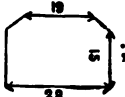
40 boulons d'attache de 22^{mm}5.

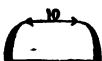
Le poids de cette voie est de 132 kilogrammes par mètre courant.

B. Voie modèle sur billes en bois armées :

2 rails de 12 mètres à 40 kilogrammes par mètre ;

2 paires d'éclisses-cornières ;

2 billes en chêne de 2^m65  ;

12 billes spéciales en chêne  sans aubier;

4 selles normales;

24 selles à redents système Post;

40 crampons, 24 tirefonds.

B'. Voie modèle sur traverses d'acier :

Rails et éclisses comme ci-dessus (B);

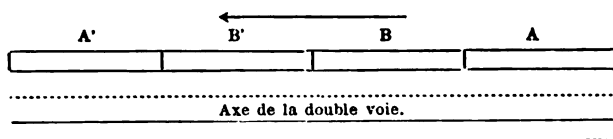
14 traverses d'acier à profil variable, de 60 kilogrammes la pièce ;

56 crapauds d'acier;

56 boulons d'attache de 25^{mm}5.

Le poids de cette voie est de 159 kilogrammes par mètre courant.

Des poses d'essai ont été établies sur l'une des voies de la ligne de Breda à Tilburg, comme il suit :



Cette ligne est ballastée en gravier assez fin; la machine la plus lourde qui y circule pèse 68 tonnes en charge, l'essieu le plus chargé supporte 13.9 tonnes.

Les trains les plus lourds pèsent 950 tonnes, soit avec la machine 1,000 tonnes.

La vitesse réglementaire est de 75 kilomètres à l'heure.

22 trains par jour, dont 14 de voyageurs et 8 de marchandises.

Ces poses d'essai sont faites depuis fin 1886.

On prend des attachements minutieux pour déterminer les dépenses d'entretien, ce qui permettra de déterminer l'influence des conditions d'établissement sur ces dépenses.

Les dessins des types de voie employés ont été publiés dans une note de M. G. Braet, insérée dans le *Bulletin de la Commission internationale* ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Voir numéro d'avril 1887, p. 165 et pl. I et II.

3^e Compagnie des chemins de fer de l'Est français.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est français n'a employé jusqu'à présent qu'un seul rail en acier de 30 kilogrammes (sauf une petite quantité de rails de 36 kilogrammes fabriqués autrefois avec le profil des anciens rails en fer).

Les études comparatives qui ont été faites sur ce réseau en ce qui concerne les dépenses d'entretien n'ont donc porté que sur le système de pose, le nombre de traverses, etc. Elle va employer un rail de 37 kilogrammes environ sur les voies les plus fatiguées, afin de laisser à l'usure une marge plus grande, mais elle constate que le rail de 30 kilogrammes posé sur 10, ou exceptionnellement 11 traverses par longueur de 8 mètres, ou bien sur 14 ou 16 traverses par longueur de 12 mètres, a montré une résistance suffisante sur les lignes à grand trafic.

Il résulte des communications que nous venons d'analyser et du silence des autres adhérents, que la question dont nous nous occupons est à l'étude, mais que les expériences entreprises par la plupart des Compagnies en ce qui concerne les frais d'entretien des voies ne sont pas encore assez avancées pour qu'il soit possible de formuler des conclusions fermes.

Nous nous bornerons donc à préciser les éléments de cette question, et à appeler l'attention sur les points qu'il peut y avoir intérêt à soumettre aux discussions du Congrès.

Quant aux frais d'entretien du matériel roulant, aucune réponse ne nous est parvenue et les éléments d'appréciation nous font entièrement défaut. Il est clair que les études statistiques sur cette question présentent de grandes difficultés, puisque le même matériel roulant circule sur des voies de nature très différente, et qu'il n'est guère possible de dégager la part de l'usure qui correspond à chacune de ces voies différentes. Mais on peut admettre sans grande erreur que l'usure du matériel varie dans le même sens que celle des voies, et que les voies les plus douces fatiguent le moins le matériel. A défaut de données précises, nous nous abstiendrons d'insister sur cette question, et nous nous occuperons surtout des frais d'entretien des voies.

Par « conditions d'établissement des voies ferrées à grande circulation », on a, pensons-nous, entendu parler plus spécialement de mode d'établissement des voies elles-mêmes; toutefois, il n'est pas inutile, au risque de rappeler des vérités banales, d'indiquer rapidement l'influence des conditions d'établissement de l'infrastructure, c'est-à-dire du tracé et du mode de construction.

I. — INFRASTRUCTURE.

Influence du tracé.

Courbes. — Les courbes de grand rayon n'ont pas d'influence sensible sur les frais d'entretien. Toutefois, le surécartement de la voie impose quelques sujétions pour le sabotage des traverses en bois et pour le système d'attache sur les longrines ou traverses en fer. En France, on ne donne généralement pas de surécartement dans les courbes de 500 mètres de rayon et au-dessus; certaines Compagnies le suppriment même dans toutes les courbes usuelles. Dans d'autres pays, en Allemagne notamment, on admet un surécartement dans des courbes de 800 mètres et même 1,000 mètres de rayon; il en résulte une sujétion qui entraîne un léger surcroît de dépenses d'entretien.

Dans les courbes de 500 mètres environ de rayon et au-dessous, parcourues par des trains à grande vitesse, l'usure des rails est plus rapide, notamment sur la face interne du rail intérieur, contre lequel les trains de marchandises s'appuient habituellement, le surhaussement de la voie étant calculé pour la vitesse la plus forte. Il est clair que la courbure de la voie a aussi une assez grande influence sur l'usure des bandages des roues de ces mêmes trains, qui s'appuient contre le rail intérieur.

M. Coüard (1) a trouvé que dans les pentes de 10 millimètres et au-dessus, l'augmentation d'usure due à la courbure de la ligne disparaît.

Dans les courbes à petit rayon, les frais de main-d'œuvre d'entretien augmentent, parce que le dressage de la voie en plan est plus difficile à maintenir, que les attaches supportent des efforts plus grands et que le maintien du surhaussement comporte quelques soins.

Pentes et rampes. — Les déclivités de 5 millimètres et au-dessous n'ont pas d'influence sensible sur les frais d'entretien proprement dits; mais les longues pentes, qui obligent à serrer les freins, entraînent une usure rapide des rails.

Dans les fortes déclivités, la tendance au cheminement des rails s'accroît.

Influence du mode de construction.

Terrassements. — La nature et le mode d'exécution des terrassements ont une influence considérable sur les frais d'entretien. Il est essentiel de réduire autant que possible le tassement de la plate-forme des voies exploitées, et d'assurer avec

(1) Voir la *Revue générale des chemins de fer*, 1884.

le plus grand soin l'écoulement des eaux de surface et des eaux souterraines. Les travaux d'assainissement de la plate-forme, tant en remblai qu'en déblai, ont une importance capitale.

Ouvrages d'art. — Aux abords des ouvrages sous rails, il faut habituellement un surcroît de main-d'œuvre d'entretien, parce que le niveau de la voie reste fixe sur ces ouvrages, tandis que des tassements se produisent aux abords.

Les terrassements voisins des ouvrages doivent être l'objet de soins particuliers. Il y a avantage, quand cela est possible, à laisser au ballast son épaisseur normale au-dessus des ouvrages d'art.

Parmi les ouvrages par-dessus rails, les tunnels ont seuls une influence marquée sur les dépenses. L'entretien y est plus coûteux, plus difficile; les rails et le petit matériel s'y rouillent, les traverses y pourrissent plus rapidement qu'au dehors. Il importe d'y assurer convenablement la ventilation et l'écoulement des eaux.

II. — SUPERSTRUCTURE.

Nous arrivons maintenant à la question qui doit plus spécialement être examinée par le Congrès, l'influence des conditions d'établissement de la voie proprement dite sur les frais d'entretien des lignes à grand trafic.

Mais il n'est pas possible d'envisager cette question dans toute son étendue, car on serait conduit à comparer entre eux les divers types de voies en usage : les rails à double champignon ou à patin; les traverses en bois ou en métal; les divers systèmes d'attaches, etc.

L'accord est loin d'être établi à ce point de vue, et d'ailleurs il n'y a pas de vérité absolue en pareille matière; si la voie à double champignon est employée de préférence en Angleterre et dans une partie de la France, alors que la voie Vignole est adoptée dans la plupart des autres pays, cela s'explique par l'emploi, en Angleterre et sur quelques réseaux français, des traverses en bois tendre, qui ne conviennent pas pour la voie Vignole.

Le développement des voies sur longrines ou traverses métalliques dépend aussi en majeure partie du rapport qui existe dans chaque pays entre le prix du métal et du bois, et de bien d'autres circonstances.

Nous ne devons donc pas chercher quel est le meilleur système de voies, mais quels sont les caractères généraux que doivent présenter les voies de n'importe quel type sur les lignes à grand trafic, pour que l'entretien se fasse dans des conditions économiques.

A cet effet, nous passerons successivement en revue les divers éléments constitutifs de la voie.

Ballast. — Il est essentiel que le ballast soit de très bonne qualité. Et nous entendons par là qu'il doit être : 1° perméable; 2° stable, c'est-à-dire non roulant, susceptible de résister à l'action du vent et de l'eau; 3° durable, c'est-à-dire ne se désagrégeant pas sous l'action de la gelée ou du choc des outils.

La pierre cassée à l'anneau de 6 à 8 centimètres, le gros gravier anguleux, les laitiers non vitreux, fournissent d'excellent ballast. Quand le gravier contient trop de sable, il n'est plus assez perméable, il y a avantage à le clayer. Mais quand les cailloux qui le constituent sont arrondis, il faut y laisser une certaine quantité de sable, autrement le ballast devient trop roulant et se déplace avec trop de facilité; le bourrage ne se maintient pas.

Le ballast de mauvaise qualité a aussi une influence funeste sur l'entretien du matériel roulant. La poussière qu'il produit s'introduit dans les coussinets, salit l'intérieur des voitures, accélère l'usure du matériel et exige des frais d'entretien et de nettoyage plus grands.

Outre la question de qualité du ballast, il y a une question de quantité. Il est incontestable qu'il faut mettre sous les traverses une épaisseur de ballast suffisante pour qu'elles ne soient jamais en contact avec le sol et que la pression se répartisse bien sur ce dernier. Plus le terrain est mauvais, plus il faut augmenter l'épaisseur du ballast.

Mais on n'est pas fixé sur la largeur qu'il convient de donner au ballast de chaque côté de la voie. En France, les cahiers des charges prescrivent une largeur de 1 mètre à partir du rail; en Amérique, cette largeur est généralement réduite à zéro.

La Compagnie de l'Est français a entrepris des expériences pour déterminer la résistance que présentent les banquettes de ballast au déplacement des voies dans le sens transversal. Les expériences, non encore terminées, ont démontré que cette résistance n'est pas négligeable et qu'une voie dont les rails s'appuient contre le ballast est sensiblement plus difficile à déplacer qu'une voie dégarnie. Pour une voie chargée par le poids d'une machine, cette influence perd beaucoup de son importance, mais on sait que le premier essieu des machines se trouve souvent déchargé pendant les oscillations de la marche, et dès lors il y a avantage à ne rien négliger pour assurer la stabilité transversale des voies.

Une banquette de ballast de largeur suffisante arasée au sommet du rail contribue donc à maintenir la voie et par suite à réduire la main-d'œuvre d'entretien.

Rails. — Le poids des rails neufs en acier varie actuellement, sur les lignes à grand trafic, de 30 à 50 kilogrammes. Le premier de ces chiffres a été maintenu jusqu'à présent par deux Compagnies françaises (Nord et Est). On a vu plus haut que l'État belge a commencé à employer un type de 53 kilogrammes.

Il y a donc un écart considérable entre les appréciations des ingénieurs sur cette importante question.

Le type à adopter dans chaque cas dépend d'ailleurs de bien des circonstances locales : nature du trafic, vitesse des trains, conditions d'établissement de la voie. Il ne paraît pas possible de se prononcer d'une manière générale en faveur d'un poids de rail déterminé. Au Congrès de Bruxelles, on a discuté, sans pouvoir se mettre d'accord, la question de savoir si sur un même réseau il y a lieu d'adopter un seul type de rail ou plusieurs types correspondant à la nature du trafic des différentes lignes.

Il convient donc de se borner à appeler l'attention des Administrations de chemins de fer sur l'intérêt que présentent des expériences comparatives sur les dépenses d'entretien, analogues à celles instituées par la Compagnie des chemins de fer de l'État néerlandais, dont il a été question plus haut.

Longueur des rails. — Il paraît bien démontré que les longs rails sont plus stables que les courts; il ne se produit pas de fouettement au passage des trains, les traverses de joints ne se débourent pas.

La pratique a d'ailleurs démontré que les rails de 11 à 12 mètres se manient sans difficulté sérieuse, lors même que le poids du mètre courant atteint 38 à 40 kilogrammes.

On peut donc affirmer qu'il y a avantage aujourd'hui, au point de vue des dépenses d'entretien, à adopter des rails de 11 à 12 mètres de longueur.

Traverses. — Nous ne dirons rien des traverses en fer, les voies entièrement métalliques faisant l'objet d'une question spéciale soumise au Congrès.

Pour les traverses en bois, il y a un intérêt considérable à en améliorer la qualité de manière à rendre les remplacements le plus rares possible; ces remplacements exigent une main-d'œuvre d'autant plus coûteuse que le trafic est plus intense, et altèrent l'homogénéité de la voie.

Nous pensons qu'il ne faut pas chercher à réduire le nombre des traverses en augmentant le poids du rail. Il faut laisser entre elles une distance suffisante pour rendre le bourrage facile, soit environ 80 centimètres d'axe en axe, mais il y a intérêt à ne pas augmenter cet espacement, afin de réduire autant que possible la

pression sur le ballast et sur le sous-sol et à répartir cette pression aussi uniformément que possible. C'est dans ces conditions que le bourrage se maintient bien et qu'on arrive à n'avoir besoin que rarement de toucher aux voies.

Éclisses. — Les ingénieurs américains se plaignent beaucoup des ruptures d'éclisses, notamment des éclisses-cornières. En Europe, on a aussi signalé cet inconvénient et on en a tiré un argument en faveur du renforcement du poids du rail.

Sur les réseaux français qui emploient ces éclisses, il ne se produit aucun fait de ce genre, même sur les sections les plus fatiguées. Nous ne pouvons donc attribuer les ruptures signalées ailleurs qu'à une mauvaise qualité du métal employé ou à un entretien insuffisant.

Un bon éclissage a une influence considérable sur les frais d'entretien. A notre avis, les éclisses-cornières avec joint en porte-à-faux sont très avantageuses à ce point de vue.

Il serait intéressant de savoir si les Administrations adhérentes ont également fait des expériences favorables à ce sujet ou si elles partagent les appréhensions dont nous venons de parler.

Attaches. — Il est essentiel de surveiller les attaches avec soin, surtout dans les premiers temps après la pose, afin qu'elles soient resserrées au fur et à mesure du desserrage. Autrement l'usure des rails et des traverses fait de rapides progrès.

Pour réduire cette surveillance et notamment pour empêcher le desserrage des boulons d'éclisses, on a inventé de nombreux procédés.

En France, la rondelle élastique Grower paraît généralement préférée. L'adoption de ces rondelles a notablement diminué la main-d'œuvre affectée à la surveillance et au resserrage des attaches.

Pour fixer les rails à patins sur les traverses, on préfère généralement le tirefond au crampon; en Allemagne, c'est le contraire. Cette question serait intéressante à discuter.

Pose. — La pose des rails avec joint en porte-à-faux paraît avoir les préférences de la majorité des ingénieurs. Toutefois, un revirement s'est produit à ce sujet depuis quelques années, notamment en Amérique. Pour nous, il n'est pas douteux que le joint soutenu donne une voie moins roulante et exige plus de main-d'œuvre que le joint en porte-à-faux.

Depuis quelques années, on s'abstient sur certains réseaux français d'élargir la

voie dans les courbes; nous croyons cet élargissement nécessaire dans les courbes de moins de 500 mètres de rayon. Il serait intéressant d'examiner cette question, sur laquelle les avis sont très partagés.

Accessoires. — Sur certains réseaux, on emploie dans la voie Vignole avec traverses en bois des semelles en feutre ou des platines en fer ou en acier pour protéger les traverses.

On arrive ainsi à faire durer plus longtemps les traverses et à éviter les resabotages.

RÉSUMÉ.

Nous avons indiqué sommairement les divers éléments qui influent le plus sur les dépenses d'entretien, en appelant l'attention sur certains points controversés qui pourraient être utilement examinés par le Congrès.

Il est très désirable que les Administrations qui entreprendront des expériences analogues à celle dont il a été question plus haut, fassent part des résultats de leurs études à la Commission internationale du Congrès, qui centralisera ces résultats.

Nous pensons qu'il conviendra que le Congrès émette un vœu dans ce sens.

Paris, 31 juillet 1887.

DISCUSSION EN SECTION

(1^{re} SECTION)

Séance du 24 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LOMMEL

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BARSANTI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. SIEGLER

M. le Président. Nous passons à la discussion de la question VI, relative aux voies très fatiguées.

MM. J. Cleghorn et Wilkinson ont déposé sur le bureau, au nom de l'Administration du North Eastern Railway, une note relative à la question. (Voir annexe A.)

Je prie M. Siegler, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur en chef adjoint de la voie au chemin de fer de l'État français, de donner à la section un résumé de l'exposé qu'il a rédigé.

M. Siegler. Comme nous sommes pressés par le temps, je ne ferai, messieurs, qu'un résumé très rapide de l'exposé qui vous a été distribué. Du reste, la question des voies très fatiguées n'a donné lieu, de la part des adhérents, qu'à un très petit nombre de réponses.

L'Administration des chemins de fer de l'État belge a répondu qu'elle vient d'entreprendre des expériences. Celle de l'État néerlandais a donné des indications sur des types de voies qu'elle vient de soumettre à des essais comparatifs et elle annonce que, dans quelques années, elle pourra fournir des renseignements intéressants.

Nous n'avons reçu aucun document statistique et je n'ai pas cru devoir, en ma qualité de rapporteur, demander des renseignements supplémentaires parce que la question ne me paraissait pas comporter de réponses bien précises.

Cette question, messieurs, est extrêmement générale; elle comprend, en somme, presque tout l'art de la construction des voies ferrées.

Si nous nous demandons comment il faut faire une voie pour qu'elle coûte le moins possible à entretenir, nous aurons à comparer la voie Vignole à la voie à double champignon, les traverses en bois avec celles en fer, etc., questions qui sont très controversées.

J'ai donc dû me borner à chercher les traits communs à tous ces systèmes de voies, sur lesquels il y a lieu de porter son attention quand il s'agit de voies très fatiguées.

Les conditions d'établissement d'un chemin de fer comprennent celles de l'infrastructure et celles de la superstructure. J'ai donné quelques indications sur le premier point; mais je pense que la Commission a eu plus particulièrement en vue la voie proprement dite. Comme nous sommes quelque peu pressés, je ne dirai rien de l'influence du tracé, des courbes, des pentes, des ouvrages d'art, des frais d'entretien, etc. Comme dans la question des neiges, il y a lieu, lors de l'étude du tracé, de tenir compte des frais ultérieurs d'entretien de la voie.

Je ne m'occuperai donc que de la superstructure.

Les différentes questions sur lesquelles il me paraît bon de porter son attention sont les suivantes. Il y a d'abord la question de l'assainissement de la plate-forme : à mes yeux, l'élément le plus important pour l'entretien d'une voie, c'est d'avoir une plate-forme bien assainie, d'assurer l'évacuation des eaux, aussi bien des eaux souterraines que de celles de la surface, de manière que jamais la plate-forme ne soit ramollie.

En second lieu, il y a la qualité du ballast : nous serons tous d'accord pour dire que la bonne qualité du ballast a une influence capitale sur la réduction des dépenses d'entretien. On n'est pas toujours d'accord sur ce qu'il faut entendre par un bon ballast, mais, d'une manière générale, on peut dire que le ballast doit être perméable; seulement, faut-il donner la préférence au gravier pur, ou au gravier mélangé de sable fin, ou à la pierre cassée? Ce sont là autant de questions qui pourraient donner lieu à discussion si le temps ne faisait pas défaut.

Quelle est la largeur à donner au ballast; y a-t-il avantage à en augmenter l'épaisseur; y a-t-il utilité à recouvrir les traverses?

Quant aux profils types adoptés pour les différentes lignes de chemins de fer, ils offrent aussi une grande diversité.

A l'heure actuelle, une question préoccupe les esprits : c'est celle du poids des rails. Ce poids varie beaucoup : en France, deux réseaux ont encore le rail de 30 kilogrammes et en Belgique on vient d'adopter un type de 52 kilogrammes pour des lignes très fatiguées; mais le rail le plus généralement employé est celui de 40 kilogrammes environ. Il peut être intéressant de savoir si ce poids doit être augmenté, s'il faut le porter à 45 ou 50 kilogrammes. Sur ce point encore, les avis sont assez partagés; mais c'est une de ces questions qui, comme plusieurs autres, ne comporte pas de conclusion formelle, et dont la solution dépend aussi des circonstances locales et du nombre des traverses.

Autre question relative aux rails, qui paraît plus facile à résoudre et sur laquelle l'accord semble également plus facile : c'est celle de la longueur des rails. Cette longueur a successivement augmenté dans une forte proportion et, en France, on en est arrivé à adopter le rail de 11 à 12 mètres.

Quant aux traverses, il est incontestable qu'en y employant du bois bien préparé on réalise une économie non seulement sur les frais d'entretien, mais encore sur les dépenses de remplacement des traverses elles-mêmes.

Il y a donc intérêt à améliorer les qualités des traverses.

Maintenant, pour les mettre à l'abri de l'action du rail, on a employé de plus en plus, depuis quelques années, des pièces auxiliaires en fer ou en acier doux de formes diverses.

Encore une question au sujet de laquelle il serait intéressant d'avoir d'autres communications, c'est celle de savoir quels sont les résultats obtenus au moyen de ces divers systèmes de plaques.

Sur deux réseaux français, on a adopté la semelle en feutre pour protéger la traverse contre l'action du rail.

La question de l'écussage serait aussi fort intéressante; mais on a proposé de la porter à l'ordre du jour d'une prochaine session du Congrès. Je n'en dirai donc rien.

Puis viennent le mode d'attache des rails sur des supports, et en particulier sur des traverses en bois, et le mode d'attache des éclisses avec pièces accessoires sur les rails.

Il y a un trait commun à tous les systèmes adoptés dans ces dernières années : c'est qu'on obtient la fixité des attaches au moyen d'une pièce élastique de divers systèmes. En France, ce sont les rondelles élastiques qui paraissent avoir le plus de succès.

Enfin, il conviendrait d'examiner quel est le meilleur système de pose des rails, et de traiter notamment la question du joint porte-à-faux ou du joint supporté. La position à donner au joint a fait naître les systèmes les plus divers ; mais c'est le joint porte-à-faux qui paraît généralement adopté aujourd'hui. Il serait certes fort intéressant de connaître sur ce point l'avis des ingénieurs compétents.

Tels sont, messieurs, les divers éléments qui, dans la construction de la voie, paraissent devoir être examinés au point de vue de la réduction des frais d'entretien.

Si j'avais à conclure — ce que je me suis abstenu de faire dans mon exposé, parce que des conclusions complètes comporteraient un nombre d'éléments considérable et très complexe, — je dirais que les conditions à remplir dans l'établissement des voies ferrées à grande circulation, pour réduire les frais d'entretien, sont principalement les suivantes :

« 1° Assainir le plus complètement possible la plate-forme du chemin de fer, c'est-à-dire assurer l'écoulement facile des eaux souterraines et des eaux de superficie ;

« 2° Employer un ballast de très bonne qualité, c'est-à-dire à la fois perméable et non roulant ;

« 3° Constituer la voie d'une manière d'autant plus robuste qu'elle est appelée à recevoir des trains plus rapides et plus lourds ; réduire la pression par centimètre carré sur le ballast et sur le sous-sol, en donnant aux traverses ou autres supports une surface d'appui suffisante ;

« 4° Employer des traverses en bois de bonne qualité ; pour les voies Vignole, il y a avantage à intercaler entre le rail et la traverse des platines métalliques ou des semelles en feutre ;

« 5° Adopter des attaches solides et munies de dispositifs empêchant le desserrage des boulons par suite des vibrations qui se produisent au passage des trains. »

M. Jules Michel (*France*). Je me bornerai à reprendre, dans leur ordre, quelques-uns des points indiqués par M. Siegler.

Il a d'abord parlé de l'assainissement de la plate-forme des voies. Il y a, sous ce rapport, beaucoup d'exemples de l'insuffisance de précautions de la part des ingénieurs chargés de la construction. Dans les terrains argileux, si la plate-forme ne peut pas supporter la pression du train, souvent on voit l'argile remonter et souiller le ballast. De là des frais d'entretien considérables.

Sur la ligne de Paris à Lyon, qui date de quarante ans, il y a des sections où, à défaut d'un bon assainissement de remblais argileux, nous avons dû récemment creuser des galeries profondes, parce que sous les traverses il y avait de véritables réservoirs d'eau qui continuaient à détremper l'argile. Il importe donc de recommander à tous les ingénieurs de prendre les précautions nécessaires pour donner à la plate-forme une assiette solide et au ballast une perméabilité suffisante. Les chemins de fer exposés à la gelée ont une période extrêmement critique, au moment où le ballast imprégné d'eau se soulève et disloque la voie. Aussi, cette question de la perméabilité du ballast a-t-elle, depuis quelques années surtout, joué un grand rôle dans les préoccupations des Compagnies. En présence des dépenses considérables qu'elles ont dû faire pour renouveler le ballast, elles ont compris qu'il fallait entretenir celui-ci comme les rails, parce qu'il ne dure pas toujours.

Si du ballast nous passons aux traverses, je dirais volontiers que plus elles sont larges mieux cela vaut, et j'aimerais mieux augmenter leur largeur que leur nombre. C'est encore là une question de répartition de pression.

J'ai pu constater moi-même combien la traverse de 28 à 30 centimètres de largeur est supérieure à celle de 20 centimètres; le bourrage s'y maintient beaucoup plus longtemps; et, à ce point de vue, le sapin du Nord employé en Angleterre a donné des résultats réellement merveilleux. Ces traverses ont de 28 à 30 centimètres de largeur, et nous nous en sommes trouvés très bien pour la pose et l'entretien de nos voies, particulièrement aux environs de Paris.

Le sapin du Nord a moins de résistance pour supporter le choc du rail, mais, au point de vue de la répartition de la pression sur le ballast, il est excellent.

Quant aux rails, je crois que le joint porte-à-faux doit être considéré comme le meilleur pour les lignes importantes. C'est, du reste, un point intéressant à discuter et il conviendrait de faire des expériences pour l'élucider. A mon avis, il faut que le rail soit large et lourd parce que, depuis quelques années, il y a une tendance à augmenter le poids des machines. Autrefois, quand on a commencé à mettre en œuvre des rails à champignons de 6 centimètres de largeur, les roues étaient chargées de 5 à 6 tonnes; aujourd'hui, nos grandes machines pour les trains de marchandises et pour les trains express arrivent facilement à des poids de 14 à 15 tonnes par essieu, soit 7 à 7 1/2 tonnes par roue. Il aurait fallu, pour bien faire, que les rails présentassent une augmentation de surface correspondante à cette augmentation de poids. Cela n'a pas eu lieu; nous en sommes toujours aux champignons de 6 centimètres de largeur; je considère cela comme regrettable. Les nouveaux profils de rails devraient avoir aujourd'hui 7 centimètres au lieu

de 6, c'est-à-dire environ un centimètre de largeur par tonne de charge. Cela serait utile au point de vue de l'entretien du matériel roulant, ce qui est aussi un point fort important, car la mise au tour des bandages devient un grand élément de dépense. Il serait donc utile de faire des rails larges pour les voies fatiguées. Quant à la longueur qu'il est question de porter à 11 ou 12 mètres, nous ne pouvons qu'affirmer l'efficacité de cette amélioration.

Il y a déjà plusieurs années que nous avons adopté la longueur de 12 mètres, suivant en cela l'exemple de la Compagnie de l'Adriatique, une des premières qui soient entrées dans cette voie. Le joint, qui sera toujours la partie faible, se maintient beaucoup mieux qu'avec les autres types de rails. D'après les résultats d'expériences qui remontent à quatre ou cinq ans, les traverses voisines du joint paraissent se comporter mieux qu'avec des rails de 6 ou 8 mètres de longueur, et mieux même que des traverses placées à 3 mètres du joint. La longueur du rail a donc une grande influence, une influence plus grande même que celle du poids. Néanmoins, c'est une bonne chose d'augmenter le poids et j'estime, pour ma part, que la voie sera d'autant plus stable que le rail sera plus lourd, en même temps que le matériel roulant exigera moins de frais d'entretien.

Au point de vue de l'influence du rail sur le matériel roulant, je puis citer un fait : Il y a vingt ans, le ballast était mauvais, nos rails n'avaient que 5 mètres de longueur; malgré tout le soin apporté à l'entretien, il se produisait souvent des ruptures de ressort des machines. La voie a été renouvelée, le ballast a été changé, nous avons placé des rails de 6 mètres du poids de 40 kilogrammes au lieu de 33 à 34 kilogrammes, et, à partir de ce moment, nous n'avons pour ainsi dire plus eu de ruptures de ressort à constater. Voilà une preuve bien manifeste de l'influence du rail sur l'entretien du matériel roulant.

M. Pogrébinsky (*Russie*). M. Michel vient de dire qu'il vaut mieux augmenter la largeur des traverses que d'augmenter leur nombre. Cette observation est parfaitement juste.

En Russie, nous avons un règlement qui fixe seulement le minimum de la largeur des traverses, qui est de 22 à 24 centimètres; le bois étant très abondant chez nous, on nous offrait des traverses ayant jusqu'à 35 à 40 centimètres; mais nous devions les refuser parce que le bourrage en devenait tout à fait impossible. Le maximum de la largeur recommandé par la pratique est maintenant de 30 centimètres.

M. Hohenegger (*Autriche-Hongrie*). On a fait remarquer que le poids des rails

n'est plus suffisant pour nos fortes machines et qu'il y a une tendance à augmenter ce poids. Cette tendance s'est surtout manifestée en Angleterre et en Belgique. Mais aucune modification n'a encore été apportée aux attaches. Le bois des traverses n'est pas meilleur qu'autrefois; mais celles-ci ont partout la même épaisseur et on peut seulement en augmenter la largeur. Avec le rail Vignole, on emploie une selle de 150 millimètres au plus; tandis que le rail à double champignon est rivé à la traverse au moyen des coussinets et de tire-fond ou de crampons distancés de 25 centimètres, ce qui lui donne une plus grande résistance.

N'y a-t-il pas moyen d'arriver au même but avec le rail Vignole? Cela n'est pas possible en mettant sous le rail un coussinet en fonte, qui fatigue beaucoup la voie. Il faut plutôt quelque chose qui amortisse la pression.

J'ai construit une plaque de 350 millimètres ayant l'inclinaison du rail et depuis trois à quatre ans il en a été posé 40,000 à 50,000 sur notre réseau, qui a des courbes et des rampes très fortes et où il y a un trafic nécessitant l'emploi de machines très lourdes. Le patin n'est plus cloué à la traverse, il est écroué à la plaque; de telle sorte que le rail et la plaque ne forment plus qu'un tout et que le rail ne peut plus se dégager sans entraîner la plaque avec lui. De cette façon, nos crampons du milieu résistent trois fois plus qu'autrefois. Je dépose une description de ces plaques sur le bureau et j'en recommande l'essai. (Voir annexe B.)

J'ajoute un mot encore. Nous avons traité toutes ces questions chez nous, il y a deux ou trois ans, et nous avons recueilli de nombreuses réponses à nos demandes de renseignements. On a parlé aussi de la jonction du rail, c'est-à-dire des jonctions alternatives. Ce système a été adopté en quelques endroits en Allemagne, mais on n'en a obtenu que de mauvais résultats.

M. Brière (France). En France, le joint alternatif est très contesté; cependant, ce système compte encore des adeptes.

M. Hohenegger. Si je critique le joint croisé, c'est que chez nous il est interdit.

Une autre question importante, c'est celle des éclisses. Il paraît qu'en France on ne reconnaît pas encore la grande influence d'un bon éclissage; tandis que, chez nous, nous avons l'éclisse avec une cornière à l'intérieur du rail et une double cornière à l'extérieur.

Après des essais nombreux et de longues études, j'ai trouvé qu'avec une cornière à l'intérieur et une double cornière à l'extérieur, cela suffisait, tandis qu'avec une simple cornière à l'intérieur et une autre à l'extérieur on n'obtient à peu près

que la moitié de la force que donne l'autre système. Avec le rail en fer, les éclisses ordinaires suffisaient; mais nous avons trouvé que le rail en acier pliait les éclisses dans les courbes; et je puis dire qu'avec le nouvel éclissage nous n'avons plus eu d'accidents.

M. Mantegazza (Italie). Si nous continuons à discuter tous ces détails, nous n'en finirons pas; car c'est une question très complexe et qui reviendra nécessairement devant le prochain Congrès. Je me permets d'appeler l'attention de la section sur une question toute d'actualité et que je n'ai pas vu traiter dans l'excellent rapport de M. Siegler; je veux parler des moyens d'attache des rails; en d'autres termes, de la question de savoir ce qui est préférable, du tire-fond ou du crampon. C'est là une question très controversée et sur laquelle il serait fort intéressant de connaître l'avis de nos collègues.

J'estime, quant à moi, que les attaches aux tire-fond sont plus énergiques que les attaches aux crampons. Mais je serais curieux de connaître l'avis de mes collègues sur ce point.

M. Bricka (France). Pour répondre à cette question, je crois pouvoir dire qu'en France les crampons sont maintenant complètement abandonnés et que généralement on leur préfère les tire-fond. Partout sur nos lignes, nous avons opéré cette substitution et nos agents trouvent que le tire-fond est de beaucoup supérieur.

M. Brière. Ce que dit M. Bricka est très exact et je m'associe complètement à son observation. Sur le réseau de Paris-Orléans, nous avons préféré l'attache au tire-fond à l'attache au crampon. Mais je dois dire qu'une administration importante, celle de la marine, ne partage pas cette opinion: elle donne la préférence à l'attache lisse et il faut tenir grand compte de son appréciation. Je constate seulement que, dans l'industrie des chemins de fer, on est unanime à préférer le tire-fond.

M. Jules Michel. Nous avons fait des expériences assez suivies pour tâcher de déterminer la différence de résistance du tire-fond et du crampon, et le résultat a été celui-ci: c'est que la résistance du tire-fond est à peu près double de la résistance du crampon à l'arrachement. Quand le crampon est enfoncé dans du bois neuf, il a, en général, une résistance assez forte; mais elle diminue rapidement. Nous avons encore, sur le chemin de fer de Paris à Lyon, plusieurs kilomètres de voie avec des crampons placés depuis assez longtemps; mais pas un de

ces crampons ne touche le patin du rail, et tous ont été soulevés par les vibrations des trains. La voie est moins stable, et l'entretien est beaucoup plus difficile. Aussi, à mesure qu'on la revise, on remplace les crampons par des tire-fond en acier.

Je puis donc ajouter l'expérience de notre Compagnie à celles de ces messieurs : aucun crampon ne se maintient longtemps en contact avec le rail.

M. Bernard (Belgique). Les expériences faites par ma Compagnie ont également démontré, d'une façon tout à fait certaine, que l'emploi du tire-fond est préférable à celui du crampon. Jamais nous n'avons remarqué qu'un tire-fond se fût desserré en se détournant ; la chose, du reste, ne serait pas compréhensible ; tandis que, comme on vient de le dire, on constate que les crampons sortent de leur trou et qu'il faut les repousser.

Quand on introduit les crampons dans des traverses, celles-ci sont généralement sèches ; mais dès que les pluies surviennent, les trous s'agrandissent et on ne peut plus compter sur une adhérence aussi grande qu'au moment où les crampons ont été placés.

Un membre. C'est là un fait qui semble contraster avec l'opinion de l'Administration de la marine en France.

M. Bernard. Un mot maintenant au sujet des traverses. Il n'est pas douteux que, pour la stabilité de la voie, on ne doive employer des traverses très larges. J'ai fait des expériences pratiques qui m'ont démontré qu'on peut facilement placer des traverses ayant 40 centimètres de largeur. On n'en retire pas seulement l'avantage de diminuer la pression par centimètre carré sur le ballast, mais, de plus, on étend l'assiette du point d'appui dans le sens transversal. Il est incontestable que le ballast se comportera toujours mieux sous une traverse large que sous une traverse étroite, qui, cependant, aurait sur le ballast une surface égale.

Quant au rail, il y a évidemment intérêt à en augmenter le poids, au point de vue de la stabilité de la voie. Il serait à souhaiter que la traverse offrit un point d'appui assez solide pour que, en augmentant seulement sa hauteur, on pût augmenter sa résistance avec un faible accroissement de poids. C'est là un point important, sur lequel j'appelle l'attention des membres de la section.

M. le Président. Sur nos chemins de fer suisses, nous remplaçons successivement les crampons par des tire-fond, et nous espérons que bientôt ce remplacement sera complet.

M. Siegler. J'ai dit, dans mon exposé : « Pour fixer les rails à patins sur les

traverses, on préfère généralement le tire-fond au crampon; en Allemagne, c'est le contraire. Cette question serait intéressante à discuter. »

M. De Busschere (*Belgique*). A l'État belge, nous faisons usage du crampon et nous ne constatons pas que son emploi donne lieu à des inconvénients. Vous savez comme moi que lorsqu'on fait subir aux voies des réfections complètes par sections, il se produit sur ces sections, dans les premiers temps qui suivent les renouvellements, une compression du bois des traverses au droit des patins des rails. Le rail descend dans la traverse, tandis que le crampon ne bouge pas; et on remarque, au bout d'un nombre de jours relativement restreint, un intervalle de plusieurs millimètres entre la tête du crampon et le patin du rail. Les ouvriers repassent alors la voie et donnent un coup de masse sur les têtes des crampons. Lorsqu'ils ont repassé ainsi une ou deux fois, le mouvement de compression des bois ne se continue plus et les crampons peuvent être considérés comme enfoncés définitivement.

M. von Leber (*Autriche*). Je désirerais qu'on ne prît point de résolution définitive sur ce point, parce que, en Autriche, nous avons les deux modes d'attache et que le crampon y est bien plus répandu que le tire-fond. Encore ne met-on le tire-fond qu'à l'intérieur; à l'extérieur, on emploie le crampon.

Il importe aussi de tenir compte de la nature du bois des traverses. Sur la Südbahn, on emploie surtout le mélèze; c'est un très bon bois pour les clous. On y fait d'abord un trou à la tarière, puis on y enfonce le crampon à coups de marteau sans forage préalable. Dans le Nord, au contraire, on emploie les traverses de chêne, qui, en Galicie, par exemple, sont à très bon marché. Mais le chêne est très dur et se fend facilement; aussi doit-on commencer par forer les trous pour y introduire les clous, et si le diamètre de ceux-ci dépasse beaucoup celui des trous, le bois se fend et les clous ne tiennent pas. C'est donc une question dont la solution dépend des circonstances locales.

M. Brière. Je suis aussi d'avis qu'il ne faut pas être affirmatif sur cette question. Pour ma part, je préfère le tire-fond; mais il faut y regarder de très près et ne pas se prononcer précipitamment. Une chose certaine, c'est que toutes les fois qu'il faut toucher à un tire-fond, on donne un coup de marteau dessus.

M. Siegler. Je crois qu'avec le tire-fond, on ne peut pas employer le marteau en fraude, dans un service bien organisé.

M. Brière. Tant que la voie est neuve, tout est bien; mais il faut considérer

une voie fatiguée, une voie qui est près de finir. Une voie neuve n'est jamais intéressante; c'est une vieille qu'il faut vérifier. C'est sur de pareilles voies que j'ai souvent constaté que les tire-fond ne tiennent plus et que quand on frappe sur un tire-fond, il est perdu.

M. Hohenegger. Il y a sept ou huit ans qu'on a commencé à introduire le tire-fond dans notre pays; je m'intéressais beaucoup à cette innovation, sur laquelle M. Couche a fait un ouvrage intéressant. Nous avons fait des essais avec des tire-fond et des crampons sur des traverses en chêne et en sapin toutes neuves et très sèches. Nous avons constaté que quand le trou qu'on perce correspond exactement au diamètre du crampon, celui-ci tient parfaitement; tandis que, quel que soit le modèle de tire-fond employé, le bois est toujours déchiré.

Au commencement, la résistance à l'arrachement était supérieure avec les tire-fond; mais après quelques arrachements, le crampon résistait mieux, tandis qu'après le troisième arrachement, le tire-fond ne tenait plus.

Je crois que la question n'est pas assez élucidée pour que l'on puisse se prononcer formellement.

M. Jules Michel. Il y a certainement une grosse question à résoudre d'abord : c'est celle de la forme à donner au tire-fond. Il faut que le filet soit assez profond et assez large pour obtenir une résistance suffisante sans mâcher le bois. Dans ces conditions, après dix ans, nous avons trouvé des traverses parfaitement intactes et d'où le tire-fond, une fois enlevé, se replaçait sans difficulté dans le même trou. Je ne sache pas non plus que jamais on ait employé le marteau sur notre ligne pour enfoncer des tire-fond; leur forme s'y oppose.

M. Pogrébinsky. Les derniers règlements, en Russie, nous imposent le tire-fond surtout pour les traverses injectées en chêne et en sapin. Mais comme il y a une grande divergence d'opinions, nous employons des crampons, parce que nous n'avons pas la certitude que les équipes ne se serviraient pas du marteau pour enfoncer les tire-fond, qui, dans ce cas, ne pourraient plus tenir.

M. von Leber. Chez nous, les tire-fond portent sur leur tête une marque caractéristique qui permet toujours de constater si on les a frappés au marteau.

M. le Président. On paraît d'accord pour ne pas adopter de conclusion sur la question du tire-fond.

M. Bricka. Ne pourrait-on pas dire que le tire-fond est maintenant généralement employé en France? C'est un fait.

M. le Président. En Suisse aussi, nous constatons que les tire-fond tiennent mieux que les crampons; et s'il était constaté que les poseurs se servent du marteau pour les enfoncer, il suffirait de leur infliger une amende pour les empêcher de recommencer.

M. Brière. Un mot encore. Mon attention a été appelée, dans une tournée que j'ai faite à Gênes, sur un fait particulier. A propos d'une section de chemin de fer en rampe, j'ai appris par un ingénieur italien qu'il était d'usage de descendre avec les freins serrés. Je crois devoir dire, à ce propos, que sur le réseau d'Orléans il est interdit sur les fortes pentes de serrer les freins; on doit descendre à contre-vapeur. Je ne puis pas affirmer qu'il ne se commet pas d'infraction à cette prescription; mais telle est la règle et elle est généralement observée. C'est une question fort importante au point de vue de l'usure de la voie, et ce résultat peut être obtenu en marchant sur les pentes à contre-vapeur.

M. Siegler. Il n'y a pas matière à conclusion sur ce point; mais le fait est intéressant et j'en ferai mon profit.

— La discussion est close.

M. le Président. Je vais mettre aux voix les conclusions proposées par M. Siegler.

Les conditions à remplir dans l'établissement des voies ferrées à grande circulation pour réduire les dépenses d'entretien sont principalement les suivantes :

« 1° Assainir le plus complètement possible la plate-forme du chemin de fer, c'est-à-dire assurer l'écoulement facile des eaux souterraines et des eaux de superficie. »

— Adopté.

« 2° Employer un ballast de très bonne qualité, c'est-à-dire à la fois perméable et non roulant. »

— Adopté.

« 3° Constituer la voie d'une manière d'autant plus robuste qu'elle est appelée à recevoir des trains plus rapides et plus lourds; réduire la pression par centi-

« mètre carré sur le ballast et sur le sous-sol en donnant aux traverses ou autres supports une surface d'appui suffisante. »

— Adopté.

« 4° Employer des traverses en bois de bonne qualité ; pour les voies Vignole, il y a avantage à intercaler entre le rail et la traverse des platines métalliques ou des semelles en feutre. »

M. Honenegger. Il y a quinze ans, dans une assemblée d'ingénieurs du « Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen » tenue à Hambourg, la même question a été discutée et tous ont été d'avis qu'il n'était pas besoin de placer aucune semelle entre le rail et la traverse, mais que des platines étaient préférables.

En Autriche, nous employons beaucoup la platine en fer au-dessous du rail ; je suis d'avis qu'il est utile, pour ménager la traverse, de mettre autant de platines que possible.

Il y a deux ans, la même question s'est de nouveau représentée et elle a été unanimement résolue dans ce dernier sens.

On a fait l'essai de semelles, en Allemagne, dans ces derniers temps ; mais on a trouvé que cela ne produisait guère d'effet et que cela coûtait fort cher, parce que les semelles devaient être souvent renouvelées.

La platine placée au-dessous du patin du rail tient bien en place ; tandis que la semelle en feutre ne peut pas tenir les attaches dans leur position.

M. le Président. On paraît d'accord sur la nécessité d'avoir un corps intermédiaire entre le rail et la traversé.

M. Piéron (*France*). Nécessité est peut-être un peu absolu.

M. le Président. Je pose la question de savoir si vous voulez maintenir le feutre.

M. Bricka. L'accord existe sur la semelle, mais non sur le feutre.

M. le Président. Une des conditions les plus essentielles, c'est le maintien latéral, et cette condition, le feutre ne la remplit pas.

M. Piéron. On n'est pas d'accord non plus sur la nécessité d'employer la semelle.

M. Siegler. J'avais mis la platine en première ligne parce qu'elle est générale-

ment admise. Il n'en est pas de même du feutre; seulement l'adjonction des mots : « ... ou des semelles en feutre », vient tempérer ce que l'affirmation aurait eu de trop absolu.

M. Brière. Comme expérience, nous avons posé des rails Vignole avec une semelle aux joints; mais nous avons reconnu qu'elle devenait rapidement trop mince.

M. Siegler. Les semelles en feutre ont aussi l'avantage d'empêcher le contact du fer avec le fer. Beaucoup d'ingénieurs craignent le martelage qui se produit par le contact du fer avec le fer dans les voies pourvues de rails à double champignon. L'inconvénient existe aussi, mais il est moindre avec le rail Vignole, et nous avons constaté qu'il se produisait un martelage et une impression du rail sur la platine. Le feutre a cet avantage d'interposer un corps élastique.

M. Bricka. Combien de temps dure-t-il?

M. Siegler. Deux ans sur les voies fatiguées; nous le renouvelons lors de la revision générale.

M. Brière. Lorsque vous faites cette revision, vous n'enlevez pas, je suppose, les attaches entre le rail et la traverse?

M. Siegler. Sur les voies les plus fatiguées, où le minimum de durée des semelles en feutre est de deux ans, on dévisse les tire-fond pour renouveler les semelles.

M. Brière. C'est une opération qu'il faut éviter le plus possible. Il ne faut toucher aux tire-fond que quand on ne peut pas s'en dispenser. Mieux vaut ne pas employer le feutre.

M. von Leber. Deux mots seulement sur cette question. M. Hohenegger et moi, nous faisons remarquer que le feutre a été très peu employé en Allemagne et en Autriche et que ceux qui l'ont employé l'ont abandonné. Nous considérons l'emploi du feutre comme mauvais, et il est désirable qu'on ne prenne pas de résolution formelle quant à ce point. Qu'on le cite, soit; mais il faut se garder de le recommander. Mieux vaudrait même n'en pas parler du tout.

M. Piéron. Je demande qu'on supprime le feutre non pas de la voie, mais des conclusions; ceux qui voudront l'employer le feront.

M. Hohenegger. Vous parlez maintenant comme on le faisait il y a quinze ans à Hambourg. On est d'avis aujourd'hui qu'il faut, pour conserver les traverses et les attaches, introduire une platine entre le rail et la traverse; seulement, il faut qu'elle soit assez forte si l'on veut qu'elle rende de bons services.

M. Piéron. Je ne demande pas mieux que de me laisser convaincre; mais je demande qu'on ne mette pas dans les conclusions un mot qui puisse nous imposer l'emploi d'un procédé dont l'efficacité ne nous est pas démontrée.

M. von Leber. On pourrait rédiger la phrase de telle manière qu'on n'en pût tirer une conclusion dans un sens ou dans un autre.

M. le Président. Je mets aux voix la question de savoir s'il y a avantage à employer les platines métalliques.

— Cette question est résolue affirmativement par la majorité des membres présents.

— Le 4° est adopté dans les termes suivants :

« 4° Employer des traverses en bois de bonne qualité; la majorité est d'avis que, pour les voies Vignole, il y a avantage à intercaler entre le rail et la traverse des platines métalliques. »

M. le Président. Nous passons au 5°, relatif aux attaches. Il est ainsi conçu :

« 5° Adopter des attaches solides et munies de dispositifs empêchant le desserrage des boulons par suite des vibrations qui se produisent au passage des trains. »

M. Piéron. Ici encore, il faudrait atténuer. (*Hilarité.*)

M. Brière. On ne peut cependant pas dire qu'il faut employer des attaches peu solides. (*Nouvelle hilarité.*)

M. Bricka. La question des dispositifs destinés à empêcher le desserrage des boulons n'a pas été discutée. Sur nos lignes, nous n'en avons pas, et cependant les boulons tiennent bien.

M. von Leber. La Compagnie de l'Est applique, m'a-t-on dit, du goudron sur les boulons; c'est là aussi une espèce de dispositif. (*Rires.*)

M. Siegler. En dernier lieu, et après divers essais, nous avons adopté la rondelle Grover, dont nous sommes extrêmement satisfaits. Tous les ans, nous en constatons les bons résultats.

M. Brière. La question du desserrage des boulons est la préoccupation constante des inventeurs. Je ne sais pas si notre Compagnie a le privilège d'attirer spécialement leur attention; mais en ce moment, je suis en possession de 12 procédés différents dont les auteurs me demandent de faire l'essai. En attendant qu'ils aient été expérimentés, je crois que le système Grover, employé chez nous, est encore le meilleur; il nous donne une satisfaction absolue.

M. Bricka. Je demande la suppression du 5° des conclusions.

M. Piéron. J'appuie cette proposition.

M. Hohenegger. Alors, nous ne dirons rien d'un point fort important, et je me demande à quoi sert de discuter, si ce n'est pour formuler une opinion.

M. Siegler. Je rappelle que nous nous occupons des dépenses d'entretien. Eh bien, il est évident qu'avec un bon système de serrage des boulons, on évite de devoir les resserrer, et par conséquent on réalise, de ce chef, une économie.

M. Piéron. Mais les écrous ne se desserrent pas; on doit même y mettre de l'huile quand il faut les desserrer.

M. Brière. Mais ils tournent quand ils ne sont pas bien serrés.

M. le Président. *Eppur si muove. (Rires.)*

M. Jules Michel. M. le rapporteur vient de rappeler que nous avons à nous occuper des dépenses d'entretien; et, en effet, c'est à ce point de vue qu'il faut envisager la question du meilleur dispositif à adopter pour empêcher le desserrage des boulons. Quand nous n'avions pas la rondelle Grover, les écrous se desserraient souvent; il n'en est plus ainsi, grâce à cette rondelle. On peut donc dire qu'elle a donné de bons résultats sous le rapport des dépenses d'entretien.

— Le 5° des conclusions est mis aux voix et adopté.

(2^e SECTION)

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

Motion d'ordre.

M. Banderali. Messieurs, hier ou avant-hier, M. le rapporteur de la question relative aux voies très fatiguées avait eu la pensée de provoquer une réunion simultanée de la 1^{re} et de la 2^e section pour discuter cette question. J'ai cru pouvoir lui dire qu'il n'y avait pas lieu de donner suite à cette idée. Je désire cependant vous proposer que, si la question venait à être discutée en séance plénière, nous confiions à notre honorable président la mission de formuler un avis très résumé des ingénieurs du matériel et de la traction sur la question du poids à donner aux rails.

M. le Président. Si vous croyez qu'il soit utile que nous mettions aussi notre grain de sel dans l'affaire, je procéderai comme l'indique M. Banderali et je dirai quelques mots pour démontrer la nécessité d'avoir des voies solides.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 24 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. Le Président. Je prie M. Lommel de nous présenter le rapport sur la question VI, dont il s'est chargé au nom de la 1^{re} section.

M. Lommel. Messieurs, cette question, sur laquelle rapport a été fait par M. Siegler, ingénieur en chef adjoint de la voie au chemin de fer de l'Est français, a également donné lieu à une discussion très nourrie et a été examinée à plusieurs points de vue que je vais vous exposer brièvement.

On a reconnu que, pour réduire les frais d'entretien, une condition première et essentielle est d'assainir le plus complètement possible la plate-forme du chemin de fer, surtout dans les localités à proximité d'eaux souterraines ou superficielles.

Nous avons eu sur ce point des renseignements excessivement intéressants et même des chiffres qui sont de nature à nous frapper. Je cite, entre autres renseignements, celui que sur le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée, par suite du peu de soin apporté, lors de la construction première de la ligne, à l'exécution de certains remblais, on avait eu des déplacements de ballast allant jusqu'à 5 mètres et des ondulations correspondantes de la terre argileuse; de telle sorte qu'au bout de quelque cinq années, il a fallu refaire complètement ces remblais et se livrer à un travail très délicat et très coûteux.

La section a été unanime à reconnaître l'importance des soins, d'ailleurs en général si faciles à donner pendant la construction, quant à la répartition des matières, surtout dans les grands remblais.

Une seconde question qui a occupé la section paraît non moins essentielle : c'est celle du ballast. Il faut, dans l'intérêt d'un entretien économique, des voies

fatiguées surtout, mettre beaucoup de soin dans le choix du ballast, c'est-à-dire choisir du ballast à la fois perméable et non roulant. Le rapport de M. Siegler donne sur cette question beaucoup de détails intéressants. Il établit qu'aujourd'hui, plus encore que dans le passé, on est contraint de choisir soigneusement le ballast.

Il établit aussi que le ballast ne peut pas être considéré comme une chose qui se conserve indéfiniment, mais qu'il est soumis à l'usure et qu'on est amené à l'augmenter ou à le renouveler au bout de quelques années. En général, les frais que l'on fait en plus pour avoir un bon ballast, convenablement approprié, constituent une dépense utile.

Une troisième question se rapporte à la solidité des organes de la voie proprement dite. Ici, nous avons pensé que nous n'étions pas tout à fait à même d'émettre un avis.

Vous savez que l'idée des rails Goliath et autres n'a pris naissance qu'il y a un ou deux ans; ce système est appliqué aujourd'hui sur plusieurs lignes, notamment sur celles de l'État belge. Si nous nous prononcions actuellement sur cette question, nous risquerions fort de formuler une opinion qui serait infirmée par l'expérience ultérieure; c'est pourquoi nous avons cru devoir être très réservés à ce sujet.

Des indications très précises nous ont été fournies sur les traverses. Nos collègues russes nous ont appris qu'ils avaient fait usage de traverses ayant jusque 40 centimètres de largeur. Leur bourrage me paraît assez difficile. (*Rires.*)

Sans aller aussi loin que ces messieurs, la section a été unanimement d'avis qu'il y avait un sérieux intérêt à augmenter de quelques centimètres la largeur des traverses.

Nous avons examiné la question de l'intermédiaire à intercaler entre les traverses et les rails. La section a reconnu unanimement que l'emploi de plaques se recommande d'une manière absolue.

En dernier lieu, on a discuté la question des attaches proprement dites. Ici, la majorité de la section s'est ralliée au système des tire-fond; mais la section a pensé qu'il convenait de ne pas formuler une conclusion trop absolue à cet égard.

En résumé, voici les conclusions qui ont été admises par la section :

Les conditions à remplir dans l'établissement des voies ferrées à grande circulation pour réduire les dépenses d'entretien sont principalement les suivantes :

« 1° Assainir le plus complètement possible la plate-forme du chemin de fer,

“ c'est-à-dire assurer l'écoulement facile des eaux souterraines et des eaux de superficie;

“ 2° Employer un ballast de très bonne qualité, c'est-à-dire à la fois perméable et non roulant ;

“ 3° Constituer la voie d'une manière d'autant plus robuste qu'elle est appelée à recevoir des trains plus rapides et plus lourds ; réduire la pression par centimètre carré sur le ballast et sur le sous-sol, en donnant aux traverses ou autres supports une surface d'appui suffisante ;

“ 4° Employer des traverses en bois de bonne qualité ; la majorité est d'avis que, pour les voies Vignole, il y a avantage à intercaler entre le rail et la traverse des platines métalliques ;

“ 5° Adopter des attaches solides et munies de dispositifs empêchant le desserrage des boulons par suite des vibrations qui se produisent au passage des trains. ”

— Ces conclusions sont ratifiées.

ANNEXES

ANNEXE A.

Note sur la question des voies très fatiguées, par l'Administration du North Eastern Railway (Grande-Bretagne) (1).

(Traduction.)

Rapport du « district engineer » de la division du Nord. — Le principe adopté au North Eastern est de maintenir en parfait état les voies parcourues par les trains de voyageurs, et de ne les laisser en aucun cas se fatiguer beaucoup.

Dans la division du Nord, il y a de nombreuses lignes d'embranchement où l'on use les meilleurs rails retirés des lignes principales; le reste est vendu comme vieux fer. Le « raccommodage » de la voie se fait jusqu'à un certain point par le remplacement des traverses hors d'usage ou des rails avariés, mais le principe de renouvellement généralement adopté consiste à remplacer entièrement la voie par longueurs d'un demi-mille à un mille, avec du matériel neuf; cependant, dans quelques cas seulement, on remplace uniquement soit les traverses, soit les rails.

Rapport du « district engineer » de la division centrale. — Où le trafic est très important, les poseurs ont des sections plus courtes et les matériaux des durées moins longues; mais il faut avoir égard en cette matière à tant de circonstances différentes, qu'il est extrêmement difficile d'établir des comparaisons utiles pouvant être comprises sans la connaissance des lieux.

ANNEXE B.

Note sur la fixation des rails sur les traverses par M. Hohenegger, directeur de construction au chemin de fer Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande (2).

(Traduction.)

PLANCHE XIII.

A. — TRAVERSES EN BOIS.

Défauts du mode actuel de fixation. — Parmi les causes qui ont provoqué le mouvement universel actuel, tendant à écarter entièrement les matériaux de bois des voies et à remplacer le

(1) Déposée sur le bureau du Congrès par MM. John Cleghorn, membre du conseil d'administration, et C. N. Wilkinson, secrétaire.

(2) Déposée sur le bureau de la 1^{re} section par l'auteur dans la séance du 24 septembre.

support en bois par le support métallique malgré sa cherté, on doit citer, en première ligne, le mode de fixation des rails, tel qu'il s'est conservé jusqu'à ce jour, parce que, dans la plupart des cas, c'est à lui qu'on doit imputer la destruction prématurée des matériaux de bois. De plus, il est incontestable que ce mode de fixation n'est pas suffisant pour la continuité et l'accouplement des rails, tant dans le sens horizontal que dans le sens vertical, lorsqu'il s'agit de résister efficacement dans toutes les situations aux influences de pression et de déplacement des masses mises en mouvement.

La fixation du patin du rail Vignole, effectuée aujourd'hui presque sans exception au moyen de crampons et de tire-fond, entraîne, même pour des bois durs et même en cas d'emploi de plaques d'appui, une destruction *mécanique* prématurée, et la pratique nous apprend que, sur les voies à fort trafic ou à courbes de petit rayon, les traverses bien imprégnées doivent être retirées, en règle générale, non pour cause de pourriture, mais par suite de leur destruction mécanique due au fréquent reclouage.

Il va de soi que la destruction mécanique de la traverse est encore beaucoup plus rapide quand il n'y a pas de plaques d'appui.

Les défauts principaux du mode actuel de fixation sont, ensuite de la poussée latérale des roues : *le recul des crampons et des tire-fond* vers les extrémités des traverses ; *le soulèvement*, dans le sens de leur axe, des crampons ou des tire-fond qui se trouvent du côté intérieur du patin du rail, enfin *la corrosion* des crampons situés du côté extérieur.

Chacun de ces facteurs donne lieu à des élargissements de la voie et, quand ces élargissements ont atteint une certaine limite, on ne peut y remédier que par le reclouage.

Ce dernier procédé, répété souvent, conduit bientôt à la destruction mécanique de la traverse en bois.

Moyens de remédier à ces défauts. — Les défauts décrits ci-dessus seront écartés en partie ou en totalité quand la poussée latérale des roues sur les crampons ou sur les tire-fond sera supprimée, que la résistance de ces moyens d'attache contre le relèvement hors de la traverse sera réellement augmentée et, enfin, quand on pourra remédier à tout élargissement de la voie sans reclouage.

Plaques d'appui avec plaques de serrage à coincement. — Les plaques d'appui représentées à la planche ci-jointe, figures 1 et 2, et munies de plaques de serrage boulonnées, offrent les moyens voulus pour remédier aux défauts signalés.

La plaque d'appui présente à sa surface inférieure une nervure qui, s'appliquant dans une rainure correspondante de la traverse, a pour but de *reporter directement sur la traverse la pression latérale* exercée par les véhicules, sans agir sur les crampons ou les tire-fond des traverses.

La surface supérieure de la plaque offre une pente correspondant à l'inclinaison des rails, et porte, en outre, deux nervures en forme de coin contre lesquelles les plaques de serrage viennent appuyer leurs extrémités aussi en forme de coin.

A sa surface inférieure, la plaque d'appui est munie de cannelures dans lesquelles viennent se loger les têtes de deux boulons taraudés. Les boulons servent à maintenir les plaques de serrage destinées à bien consolider le patin du rail.

A des distances différant de 8 millimètres, les deux plaques de serrage ont des bouts en forme de coin formés d'une manière dissymétrique, de telle sorte que l'un des côtés de chaque plaque de serrage est de 4 millimètres plus long que l'autre côté.

Les têtes à forme spéciale des plaques de serrage, qui enserrant le patin des rails, reçoivent, pour les traverses de joint, les saillies marquées en pointillé dans le dessin, et qui se logent dans des cavités correspondantes de la plaque d'appui pour empêcher le cheminement des rails.

Chaque plaque d'appui a, en outre, trois trous ronds pour y placer les crampons ou les tire-fond.

Action des plaques d'appui avec plaques de serrage. — En posant la nervure inférieure de la plaque d'appui dans une rainure perpendiculaire aux fibres de la traverse et en occupant à peu près la pleine largeur, on reporte la poussée latérale des roues directement sur la traverse; celle-ci y résiste ainsi d'une manière beaucoup plus efficace que cela ne peut se faire à l'aide des crampons ou des tire-fond, car on sait combien la résistance du crampon est faible. La partie supérieure relativement très petite des crampons détruit les fibres du bois d'autant plus facilement que c'est seulement une portion de la surface de l'extrémité supérieure des crampons qui entre en action, tandis que le reste ne peut résister que peu ou point à la poussée latérale. Des déformations des moyens d'attache, des élargissements des trous des crampons, le relâchement de ces derniers et, enfin, des élargissements de la voie sont donc pour ce mode d'attache des phénomènes ordinaires, se représentant sans cesse.

Au moyen de la nervure aménagée à la partie inférieure de la plaque d'appui, les crampons ou les tire-fond sont débarrassés de la poussée latérale perpendiculaire à la direction des rails et ils n'ont plus à empêcher que le déplacement de la plaque d'appui dans le sens de la largeur des traverses ainsi que le renversement des rails.

Grâce à la longueur plus grande donnée aux plaques, les crampons ou les tire-fond des traverses qui se trouvent du côté intérieur des rails peuvent résister à leur arrachement hors de la traverse et au renversement des rails à peu près avec une force triple de celle qui existe pour les plaques d'appui employées actuellement, où les crampons et les tire-fond s'appuient directement contre le patin du rail.

En vertu de ce qui précède, ces plaques d'appui offrent donc au renversement des rails une résistance à peu près triple de celle des plaques d'appui actuelles.

Les rails ne sont plus fixés directement sur les traverses au moyen de crampons ou de tire-fond, mais indirectement à l'aide des plaques de serrage et de boulons d'attache.

En vertu de la disposition dissymétrique des têtes en forme de coins des plaques de serrage, et de leur longueur qui varie de 8 millimètres, ces plaques permettent de faire varier l'écartement de la voie de 24 millimètres et cela de la manière suivante :

En desserrant l'un des boulons de la plaque de serrage et en serrant l'autre boulon, on peut obtenir des élargissements de la voie jusqu'à 2 millimètres; en retournant les plaques de serrage, ces élargissements peuvent aller jusque 4 millimètres; puis, en échangeant entre elles les plaques de serrage, on va jusqu'à 8 millimètres et, en retournant de nouveau les plaques de serrage échangées, on arrive jusqu'à des élargissements de voie de 12 millimètres.

Le même procédé, étant appliqué à la seconde plaque d'assise à l'autre bout de la traverse, permet un élargissement total de la voie qui peut atteindre 24 millimètres.

Le jeu nécessaire aux boulons, pour tourner et déplacer les plaques de serrage, s'obtient au moyen de trous ovales que présentent les plaques de serrage, les boulons étant maintenus dans les plaques d'assise sans pouvoir être déplacés.

Pour empêcher le cheminement des rails, on ajoute, comme nous l'avons déjà dit, aux têtes des plaques de serrage, placées aux joints des rails, des saillies prolongées en forme de croix

qui vont se loger dans des cavités correspondantes de la plaque d'appui et qui sont elles-mêmes embrassées à leur tour par les éclisses cornières.

Avantages du système. — Toutes les traverses reçoivent un sabotage uniforme qui est limité à l'égalisation de la partie supérieure des traverses et à l'entaille des rainures pour y placer les nervures des plaques ; les traverses peuvent être forées d'avance, au dépôt même, d'après un seul modèle, et elles n'exigent pas de travail de parachèvement.

On ne fait usage que d'une seule espèce de plaques d'appui avec deux espèces de plaques de serrage, ou — si l'on préfère pour les traverses intermédiaires des plaques de serrage sans têtes en forme de croix — avec quatre espèces de plaques de serrage.

Sur chaque plaque d'appui, ou sur chaque traverse, on peut, avec les deux plaques de serrage, *établir en tout temps l'élargissement voulu de la voie dans les limites permises*, ou ramener un élargissement non voulu de la voie à la mesure normale.

Les crampons et les tire-fond n'ont plus à subir de choc latéral des roues, mais doivent simplement empêcher le glissement des rails.

Les crampons ou les tire-fond qui se trouvent du côté intérieur des rails présentent au renversement une résistance à peu près triple de celle obtenue avec le mode actuel d'attache.

Comparaison avec les traverses en fer. — La cause prédominante pour laquelle beaucoup d'Administrations de chemins de fer adoptent des traverses en fer, pourtant beaucoup plus chères, c'est — comme nous l'avons déjà dit — que le mode actuel de la fixation des rails sur les traverses en bois est sous tous les rapports défectueux et peu sûr.

La voie à traverses en bois la mieux posée présente déjà, après une courte circulation de machines lourdes, des enfoncements sensibles des patins des rails dans les traverses ainsi que des élargissements de voie, auxquels on ne peut remédier, et pour peu de temps, que par des reclouages continuels — ce qui entraîne la rapide destruction des traverses.

L'emploi du système proposé de plaques d'appui et de plaques de serrage, quoique n'exigeant qu'une fraction des frais des traverses en fer, permettrait cependant d'obtenir une voie à traverses en bois équivalente à une voie à traverses en fer et même, dans certaines circonstances, supérieure à cette dernière, notamment dans les cas où l'on ne dispose pas d'un sous-sol bien drainé ou d'un bon ballastage, conditions nécessaires, comme on sait, pour la conservation. En général, il faut encore tenir compte de ce que la traverse en bois, par sa plus grande résistance à la flexion et par sa pose plus profonde dans le ballast, assure dans tous les cas une assiette plus ferme à la voie.

B. — TRAVERSES EN FER.

Défauts du mode actuel de la fixation des rails. — Le mode actuel de la fixation des rails sur des traverses en fer, ainsi qu'on peut le voir en partie dans les réponses aux questions soumises à la Commission technique du Verein des chemins de fer allemands, présente les défauts suivants :

Les patins des rails usent peu à peu les traverses par le frottement quand on n'a pas posé des plaques d'appui ; les plaques d'appui elles-mêmes ou bien sont trop courtes, en ce qu'elles ne dépassent que peu ou point le rebord intérieur du patin du rail et transmettent ainsi la pression du côté intérieur du patin du rail sans intermédiaire sur l'endroit le plus exposé de la traverse ; ou bien, quand il existe des saillies *ad hoc* dans le matériel, elles sont trop faibles pour pouvoir transmettre d'une manière favorable la poussée du rail.

Les modes d'attache usités, à l'exception de la fixation à l'aide de coins, ne permettent pas de serrer d'une manière bien ferme le patin du rail, mais le laissent se mouvoir librement de plusieurs millimètres dans le jeu dû à la fabrication et à l'usure successive, sans qu'il soit possible de corriger les élargissements de la voie qui en résultent.

Pour donner aux voies une fois déplacées un autre écartement, il faut, alors que le ballast sous les traverses est devenu une masse compacte, ôter partiellement ces traverses, afin de pouvoir effectuer le déplacement des boulons dont les têtes sont enfoncées dans le ballast, ce déplacement étant rendu nécessaire par suite de la modification de l'écartement.

Application aux traverses en fer des plaques d'assise avec plaques de serrage. — Les défauts précités des modes actuels d'attache des rails sur les traverses en fer sont évités par l'emploi de plaques d'appui d'une construction analogue à celles qui ont été recommandées pour les traverses en bois.

Ces plaques d'appui, dont on voit les détails dans la planche ci-jointe, figures 3 et 4, se distinguent des plaques décrites antérieurement pour les traverses en bois par la suppression de la nervure inférieure, ainsi que des trois crampons ou tire-fond et des trous correspondants. La fixation inébranlable, d'une part, des rails sur la plaque d'appui, d'autre part, de cette dernière sur la traverse, se fait tout simplement par les deux boulons des plaques de serrage, qui, dans ce but, pénètrent jusqu'au-dessous de la partie supérieure de la traverse en fer. La partie du boulon qui traverse le support métallique et la plaque d'appui, a une section carrée de tel côté que tout calage dans la face supérieure de la traverse ou dans la plaque d'appui soit évité.

La construction et le mode d'emploi des plaques de serrage sont les mêmes que ceux des plaques déjà décrites pour les traverses en bois.

Avantages du système. — Les plaques sont assez fortes et ont une longueur assez grande pour transmettre le plus uniformément possible, sur la traverse, la poussée du côté intérieur du patin du rail, pour décharger dans tous les cas l'endroit le plus faible de la traverse et pour permettre ainsi l'emploi de traverses d'un profil moins fort, ce qui compense amplement la dépense supplémentaire occasionnée par des plaques d'appui plus fortes.

Pendant l'exploitation, l'écartement prescrit peut toujours se rétablir en tournant ou en échangeant réciproquement les plaques de serrage, sans que l'on ait besoin de retirer de leur position les boulons, peut-être rouillés ou enfoncés et retenus dans le ballast.

Pour toutes les courbes et pour tous les élargissements de voie, il n'existe qu'un seul modèle de plaques percées de la même façon et s'appliquant à toutes les traverses intermédiaires et de joint.

Si l'on fait usage des plaques de serrage en forme de croix, il suffit d'en avoir deux espèces pour toutes les sortes d'élargissements de la voie, pour les traverses tant intermédiaires que de joint.

Des élargissements de voie qui pourraient se présenter peuvent être réparés, en tout temps et immédiatement, en serrant les boulons des plaques de serrage ou en échangeant les plaques de serrage ou en les retournant, ce qui rétablit le patin du rail dans sa position de fixité parfaite.

Enfin les plaques d'appui de ce système peuvent être employées pour des traverses en fer de tout profil.

Nous ajouterons encore que les plaques d'appui proposées pour les traverses en bois peuvent aussi être employées après coup pour les traverses en fer, si l'on enlève à la plaque la nervure inférieure et si l'on perce après coup les trous des boulons.

Plaques de serrage sur les traverses en fer sans plaques d'appui. — Les plaques de serrage à

coincement peuvent aussi être utilisées sans modification essentielle sur les traverses en fer sans plaques d'appui, ainsi qu'on peut le voir par les figures 5 et 6 de la planche ci-jointe.

Dans ce cas, chaque traverse reçoit des entailles allongées ayant un bord dont la section est inclinée de la même façon que la saillie correspondante de la plaque de serrage.

Celle-ci s'appuie alors d'un côté contre le patin du rail, de l'autre contre le bord à section oblique de l'entaille, et elle est maintenue dans la position voulue par un boulon taraudé.

L'action et les avantages des plaques de serrage sont, dans ce cas, les mêmes que ceux qu'on obtient en se servant des plaques d'appui. Les plaques de serrage présentent, sur les attaches à coins du système Vautherin, l'avantage d'éviter la chute des coins ou leur relâchement provoqué par le renversement des rails; la combinaison d'un coin obtus avec la vis donne moins lieu au crevassement de la tête des traverses, que cela n'est le cas pour le coin aigu de Vautherin.

Enfin, notre système permet aussi de modifier à volonté l'écartement des rails pendant l'exploitation sans devoir retirer péniblement, pour les remplacer, des pièces rouillées dans le ballast.

VII^e QUESTION

ROULEMENT DES MÉCANICIENS

Roulement du personnel des mécaniciens, notamment au point de vue :

- A. *D'une meilleure utilisation des machines ;*
- B. *D'une juste distribution du travail, en tenant compte des différentes saisons, de la complexion du service et des conditions hygiéniques des zones parcourues.*

VII^e QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Exposé par M. D. Banderali.	VII — 3
1 ^{re} note par l'Administration des chemins de fer de l'Est français	VII — 31
2 ^e — — — — — de la Méditerranée (Italie)	VII — 34
3 ^e — — — — — de l'État néerlandais.	VII — 37
4 ^e — — — — — de l'État belge	VII — 39
5 ^e — — — — — de l'État suédois (pl. XIV et XV)	VII — 41
6 ^e — — — — — du Nord de l'Espagne (pl. XVI)	VII — 43
Discussion en section	VII — 45
Discussion en séance plénière	VII — 108

EXPOSÉ

PAR D. BANDERALI

INGÉNIEUR CHARGÉ DU SERVICE CENTRAL DU MATÉRIEL DE LA TRACTION DU CHEMIN DE FER DU NORD FRANÇAIS

A. — ROULEMENT DES MÉCANICIENS AU POINT DE VUE D'UNE MEILLEURE UTILISATION DES MACHINES.

I

En août 1885, au Congrès de Bruxelles, aussi bien dans les séances de section qu'en réunion plénière, la question de l'utilisation du matériel moteur des chemins de fer avait été soulevée, discutée, sinon traitée à fond, et, après d'assez vives controverses, le Congrès avait pour ainsi dire émis le vœu que tout en maintenant les locomotives dans le bon état d'entretien nécessaire à un bon service; on s'appliquât à leur faire faire un parcours annuel « beaucoup plus considérable », dût-on avoir recours à l'emploi de deux personnels par machine.

Le vœu exprimé par le Congrès signalait l'avantage qu'il trouvait à voir augmenter le rendement annuel des locomotives, tout en laissant à chacun le choix des moyens à employer pour atteindre le but marqué.

L'expression de ce vœu aura au moins eu pour effet certain d'attirer l'attention sur un sujet intéressant, de faire étudier de plus près qu'on ne l'avait fait jus-

qu'alors le service du matériel moteur, son effet utile, son rendement, ainsi que le roulement des locomotives et du personnel qui les mène.

Si les essais tentés jusqu'à ce jour dans la voie indiquée ne sont pas très nombreux, si les réformes nécessitées par l'application d'une idée qui paraît rationnelle à beaucoup, n'ont pas encore été entreprises d'une manière plus générale, les renseignements et les documents parvenus à la Commission internationale prouvent que la question n'a pas été posée sans opportunité ni sans fruits. En tout cas, si, comme il faut l'espérer, des circonstances plus favorables au développement du service intensif des locomotives viennent à se produire, il est peu probable que les Administrations de chemins de fer soient disposées à augmenter l'effectif de leur matériel moteur, surtout du matériel à marchandises, avant d'avoir essayé d'atteindre les limites de l'effet utile qu'on a le droit d'en attendre.

Les partisans du système intensif peuvent se contenter de ce premier résultat acquis.

Après deux années, la question se pose de nouveau devant le Congrès de Milan. Les opinions ont eu tout le temps de se former et de s'asseoir; sur plusieurs réseaux, des expériences intéressantes se poursuivent : l'exemple des États-Unis d'Amérique a été étudié de près par nombre d'ingénieurs. Les éléments d'information et de discussion ne sont plus seulement ceux dont disposait le Congrès de Bruxelles, c'est-à-dire :

Le travail remarquable de MM. Lavoinne et Pontzen sur le service des locomotives aux États-Unis ;

L'expérience, si instructive, quoique isolée, de la Compagnie des chemins de fer du Midi de la France, qui pendant trois années de disette de machines (1879 à 1882) s'était bien trouvée de l'application, à son service de marchandises, du système des locomotives et équipes banales ;

Et enfin, l'article si sensé, dans sa concision, de M. Rheimherr, paru dans l'*Organ*, et reproduit dans la *Revue générale des chemins de fer*, en janvier 1885.

Depuis lors, plusieurs nouvelles études ont paru ⁽¹⁾, plusieurs notes sont par-

(1) Voir *Revue générale des chemins de fer*, mai 1886 : « De quelques particularités du service de la traction dans les chemins de fer des États-Unis d'Amérique », par M. Banderali. — *Ibid.*, avril 1887 : « Notes sur les locomotives aux États-Unis », par MM. de Fonbonne et Sauvage. — *Ibid.*, mars 1887 : « Note sur l'organisation du mouvement des trains aux États-Unis », par M. Roederer. — Voir aussi : « Conduite des locomotives avec changement d'équipes », par M. Pontzen ; *Portefeuille économique des machines*, mars 1886.

venues à la Commission internationale, qui nous éclairent sur le service de la traction aux États-Unis, sur les essais tentés en Belgique, en Autriche, en Suède, en Espagne. La discussion qui va s'ouvrir s'appuie sur des bases nouvelles; elle s'enrichit de faits plus précis et plus récents, d'études plus complètes, que notre devoir est de résumer ici, dans un exposé succinct, et aussi impartial que l'opinion connue du rédacteur le permet.

II

Détermination de l'effectif du matériel moteur. — Le nombre de locomotives affecté au service d'un réseau ou d'une partie de réseau dépend évidemment de plusieurs variables. Les principales sont :

L'étendue et la configuration des lignes à exploiter, l'intensité du trafic, dont le nombre moyen de tonnes et de voyageurs transportés annuellement à un kilomètre peut être considéré comme la caractéristique; la direction même de ce trafic; l'activité du mouvement, assez bien mesuré par le rapport du nombre total des kilomètres de trains annuellement parcourus, au développement kilométrique du réseau;

La distribution des grands centres de population et des centres industriels; les distances entre ces centres, où sont placés généralement les dépôts de locomotives;

La répartition du service entre les heures de jour et les heures de nuit; enfin, les conditions climatiques des zones desservies.

Pour fixer l'effectif nécessaire au service dans des conditions déterminées par ces variables, un élément important à considérer sera la détermination du lot moyen de kilomètres de train qu'on attribuera annuellement à une locomotive. C'est dans cette détermination qu'intervient l'étude du rendement maximum qu'on peut exiger du matériel moteur: rendement très variable suivant les circonstances et selon que l'ingénieur pourra ou voudra employer, pour la conduite des locomotives, le système des longues étapes à simple équipe, le système de l'équipe double ou multiple restreint, ou le système de la banalité absolue des équipes et des machines.

Il est bon de faire remarquer ici que le lot de parcours kilométrique moyen soit de trains, soit de machines, attribué annuellement à chaque unité de l'effectif, diffère notablement de ce qu'on appelle le parcours kilométrique annuel moyen par locomotive.

Dans la détermination de la première moyenne, le diviseur du parcours trains-kilomètres ou machines-kilomètres total annuel comprend tout l'effectif du matériel moteur, en service, en réparation, au rebut, etc. Cette moyenne tient compte de toutes les circonstances de l'exploitation technique. Elle sera, par exemple, d'autant plus élevée que le matériel moteur sera plus résistant, mieux approprié au service imposé, mieux conduit, mieux construit, mieux entretenu, qu'il y aura moins de service en double traction, que les chômages seront moins nombreux et moins longs, en un mot, que la direction supérieure du service sera meilleure.

Dans l'établissement de la seconde moyenne, n'entre comme diviseur que l'effectif moyen ayant fait réellement du service pendant l'année considérée. Elle est naturellement plus élevée que la première.

Sur la nécessité même d'obtenir du matériel moteur l'effet utile maximum, si avantageux au point de vue de la réduction du capital engagé, tant en matériel qu'en approvisionnements, en construction et en armement d'ateliers, de remisages, de magasins, de chantiers, etc., au point de vue de l'appropriation du matériel, plus souvent renouvelé, à des besoins nouveaux, tout le monde, en principe, doit être d'accord. Le dissentiment commence quand il s'agit de fixer la valeur de ce rendement annuel maximum, et surtout d'adopter les moyens les plus propres à l'obtenir.

Dans la matière qui nous occupe, comme presque en toute chose, il n'y a rien d'absolu : tel régime convient à l'exploitation d'un réseau ou d'une section de réseau qui ne convient pas à celle du réseau ou de la section voisine.

L'organisation de l'exploitation d'un réseau qui se crée peut, jusqu'à un certain point, permettre une bonne utilisation du matériel moteur; il en est tout autrement de l'exploitation d'un réseau existant, qui s'est successivement formé et développé, et, par la force des choses, sans vue d'ensemble : réseau dont on est obligé de subir les divisions, les morcellements, les vices de configuration et de constitution originels, auxquels il est impossible de remédier.

Malheureusement, les cas de création de toutes pièces de réseaux importants deviennent de plus en plus rares en Europe, si même ils s'y sont jamais présentés, et le principe d'*utilisation intensive* recommandé par le Congrès de Bruxelles ne pourra trouver d'application que sur les lignes existantes, dont l'exploitation ne s'y prête pas toujours. Les champs d'application encore vierges ne se trouvent plus guère qu'en Asie, en Chine, aux Indes ou dans l'Amérique du Sud!

C'est ce qui explique en partie pourquoi l'utilisation des locomotives est plus complète aux États-Unis, où les réseaux sont relativement jeunes; pourquoi les exemples d'utilisation intensive sont rares en Europe, où les réseaux marchent vers leur cinquantaine et l'ont même dépassée, et où les conditions de régime et de propriété des lignes sont si différentes entre elles et si différentes de celles usitées aux États-Unis.

Les considérations d'ordre économique jouent dans la question qui nous occupe un rôle prépondérant, et doivent influencer considérablement sur la direction imprimée à l'exploitation technique.

Les considérations précédentes, que nous ne pouvons qu'indiquer dans cet exposé, suffisent à expliquer la diversité des opinions des ingénieurs, et le désir raisonné du plus grand nombre de s'en tenir aux errements actuels, tandis que d'autres se trouvent bien d'avoir rompu avec eux.

Parcours kilométriques annuels, normalement adoptés. — Dans l'état actuel général des services de traction sur le continent, sans en excepter l'Angleterre, la durée du travail d'une locomotive est, sauf quelques exceptions, la même que celle du travail du personnel qui la conduit.

Chaque locomotive est exclusivement affectée à un personnel, et l'outil mécanique s'arrête en même temps que son conducteur.

D'où des parcours *moyens* annuels effectifs de locomotives qui ne dépassent généralement pas 35,000 kilomètres, variant de 24,000 pour certains services de marchandises à 70,000 pour certains services de voyageurs express. Cette moyenne s'abaisse et descend au-dessous de 30,000 kilomètres si l'on fait entrer en ligne de compte les machines inactives, c'est-à-dire si l'on calcule le lot kilométrique attribué annuellement à chaque unité de l'effectif moteur ⁽¹⁾.

C'est cette dernière moyenne qui est la plus importante à considérer; c'est celle qui permet de juger de l'abondance ou de la pénurie du matériel, et de sa bonne administration.

Pour les lignes américaines dont le trafic est comparable à celui des grands réseaux européens, elle atteint et dépasse 50,000 kilomètres. Certaines d'entre elles, le New York Central and Hudson River, par exemple, attribuent à chacune des machines de leur effectif un lot kilométrique annuel de 60,000 kilomètres.

⁽¹⁾ *En Angleterre* (exercice 1886) : Great Western, 30,033; Midland, 30,494; Great Northern, 37,074; London and North Western, 26,242. *En France* (même exercice) : Nord, 24,151; Est, 27,114; Ouest, 27,326; Orléans, 28,308; Paris-Lyon, 22,304; Midi, 22,672. *En Italie* (exercice 1884) : 33,000. *En Autriche-Hongrie* : 29,000.

Ceci posé, une première question se présente :

Est-il désirable de réduire au minimum l'effectif des locomotives d'une exploitation donnée en poussant au maximum le rendement kilométrique annuel des machines?

Puis, en second lieu, quels sont les moyens qu'on peut se proposer d'employer pour atteindre ce but?

III

Système des longues étapes avec simple équipe. — Il est certain que sans toucher au principe de la simple équipe, sans excéder les forces du personnel, les roulements des locomotives peuvent être, pour certains services, combinés de telle sorte que le parcours des locomotives soit considérable, en même temps que le parcours du personnel conducteur.

Trains express. — Ainsi, le système de roulement qui est actuellement pratiqué sur le plus grand nombre des réseaux pour les trains de voyageurs express et rapides donne les plus beaux résultats, surtout quand les relais sont distancés de telle sorte que le même personnel puisse effectuer l'aller et le retour dans la même journée. Sur les grands réseaux français, la moyenne des parcours mensuels effectifs du personnel express est ainsi de 5,700 kilomètres environ, correspondant à un parcours annuel, par locomotive, variant de 45,000 à 60,000 kilomètres, en tenant compte des chômages inévitables du matériel.

Les chemins de fer de la Méditerranée (Italie) calculent également leurs roulements d'express sur des parcours mensuels de 5,000 à 5,500 kilomètres.

C'est en général pour les services express le taux normal adopté partout, aussi bien en Europe qu'en Amérique, correspondant à un parcours effectif variant de 200 à 350 kilomètres pour un jour, et à un parcours *moyen* quotidien de 180 à 200 kilomètres. Ce service exige pour le personnel une durée de présence sur les machines en marche ne dépassant guère 5 heures (en France) ou 6 heures (en Italie) et une durée de service totale ne dépassant pas par jour 7 et 8 heures : ce qui n'excède ni les forces du personnel, ni celles de la machine.

Il existe des exceptions à cette règle — que nous croyons générale — pour certains services spéciaux particulièrement rémunérés, mais il n'y a lieu de citer ces exemples d'essais isolés ou de tours de force que pour mémoire (États-Unis d'Amérique, Nord français, Sudbahn autrichien).

Trains omnibus. — Pour les trains semi-directs et omnibus, le parcours mensuel du personnel varie de 4,000 à 4,600 kilomètres (4,600 en France), correspondant, suivant le nombre de jours de repos, de réserve, etc., attribué au personnel, et aussi suivant les vitesses réglées par les itinéraires, à une durée de présence effective du personnel sur la machine *en marche* variant de 6 heures (en France) à 8 heures (Italie, etc.) et à un service maximum de 7 à 9 heures par 24 heures. Le parcours annuel des locomotives de ce service peut varier de 40,000 à 45,000 kilomètres.

Trains mixtes. — Pour les trains mixtes, le parcours mensuel moyen du personnel peut être évalué à 3,200 kilomètres, correspondant à une durée de présence effective sur la machine *en marche* de 7 heures (en France) à 9 heures, et à un parcours annuel de locomotives variant de 32,000 à 36,000 kilomètres.

Trains de marchandises. — Enfin, pour les trains de marchandises, le parcours mensuel effectif moyen est de 2,900 kilomètres environ (2,900 en France, 2,600 à 3,000 en Italie, en pays de plaines; 2,300 à 2,800 en pays de montagnes et de tunnels), correspondant à un parcours moyen effectif annuel des machines variant de 20,000 à 32,000 kilomètres, suivant les circonstances très diverses qui influent sur le roulement des locomotives affectées à ce service. La présence effective du personnel sur les locomotives des trains de marchandises en marche a une durée variant de 9 à 12 heures (9 heures en moyenne en France, 8 heures sur le réseau de l'Est, 12 heures sur les réseaux italiens, etc.).

Pour tous ces trains, la distance entre les relais, la longueur des étapes, est généralement la même que pour les trains express.

En résumé, la durée moyenne du travail effectif par jour et par mois du personnel, tel qu'il est établi en général sur les réseaux européens, paraît être parfaitement proportionnée à l'intensité de ce travail. Le parcours kilométrique du matériel moteur ne dépasse pas celui du personnel conducteur, et les parcours annuels varient de 20,000 à 60,000 kilomètres, selon la nature des trains.

En présence de ces faits, on doit se demander maintenant s'il y a lieu de chercher un accroissement du parcours annuel des locomotives dans l'espacement des relais ou allongement des étapes, en dépassant ainsi les limites fixées par les errements actuels à la durée du service du personnel, limites, en général, parfaitement sages et que la pratique de cinquante années a consacrées! — Pour nous, nous ne le croyons pas.

La question mérite, toutefois, d'être examinée et discutée. Elle est d'autant plus intéressante que, bien que la préoccupation de la sécurité du public soit, pour les exploitants, un puissant frein à toute tentative d'augmentation exagérée de la durée du service, le personnel même paraîtrait assez disposé à accepter un surcroît de travail qui lui procurerait un supplément de rémunération, surtout sur les réseaux où le système du salaire proportionnel aux parcours est pratiqué, comme aux États-Unis, et même sur ceux où les mécaniciens, en dehors de leur salaire fixe, reçoivent des primes régulières de parcours et d'économie de combustible et de graissage: système mixte, qui nous paraît, à tous égards, infiniment préférable au système américain et qui assure au personnel la stabilité et le bien-être dans le présent et dans l'avenir.

A priori, il ne paraît guère possible d'augmenter le parcours des équipes simples affectées aux trains de marchandises et mixtes; et ce sont *précisément* les parcours des locomotives de ces services qui sont faibles et abaissent la moyenne générale. C'est le rendement de ce dernier matériel, d'un effectif considérable, qu'il serait important d'accroître, et non celui du matériel moteur des trains de voyageurs, qui, sauf quelques cas particuliers, est convenablement utilisé.

Serait-il désirable, d'une façon générale, d'augmenter les parcours actuels du personnel? La discussion peut s'ouvrir utilement sur ce point spécial.

A ce sujet, M. le représentant Alfred Ancion, dans son rapport à la Chambre de Belgique sur le budget de 1887, semble indiquer nettement que les améliorations récentes des procédés d'exploitation — certainement perfectionnés, mais non sans quelques complications — ont imposé au personnel de la traction un surcroît d'attention et de responsabilité peu compatible avec une augmentation du temps de service qui lui est raisonnablement attribué aujourd'hui.

C'est une opinion, nous le croyons du moins, généralement partagée; les ingénieurs s'attachent à faire rentrer dans les limites ci-dessus indiquées les cas isolés de service qui s'en écartent trop, et nous semblent peu disposés à recommander l'espacement des relais, c'est-à-dire l'allongement des étapes.

IV

Système de l'équipe double. — Le système de l'équipe double consiste à confier la conduite d'une machine à deux personnels, dont le service alterne de manière à maintenir la locomotive *en feu et en service*, aussi longtemps qu'elle n'est arrêtée ni par la nécessité d'un lavage, ni par une avarie.

Comme tout en ce monde, le système a ses avantages et ses inconvénients. Le tout est de savoir si, dans un cas donné, les uns l'emportent sur les autres; le succès du régime dépend avant tout de l'à-propos de son application.

Pour donner une idée de son fonctionnement, le mieux est de résumer les renseignements parvenus à notre connaissance sur l'emploi plus ou moins étendu qu'en ont fait les ingénieurs du nouveau et de l'ancien monde, en suivant à peu près l'ordre d'importance des applications.

États-Unis d'Amérique. — Les grands réseaux américains peuvent se classer en deux groupes parfaitement distincts, suivant le degré de développement et de civilisation des zones qu'ils desservent : le *groupe Est*, compris entre l'Atlantique et le méridien de Saint-Louis et desservant la vieille Amérique; le *groupe Ouest*, entre le méridien de Saint-Louis ou le Mississipi et l'océan Pacifique, s'étendant sur les conquêtes relativement récentes de l'émigration.

Les réseaux du premier groupe, compacts, aiguillonnés par la concurrence, doués d'un trafic considérable, sont comparables aux grands réseaux européens.

Les seconds, portant la vie au sein des déserts, unissent, par des lignes allongées, les terres de l'Américain de Washington aux prairies de l'Ouest et aux régions californiennes. Leur configuration est toute en longues branches, que des ramifications transversales n'ont point encore reliées entre elles.

Dans le groupe Ouest (Missouri Pacific, Union Pacific, Central Pacific, Atchison-Topeka et Santa-Fé, Chicago-Rock-Island, Denver et Rio-Grande, Texas, etc.), *l'utilisation intensive* des locomotives dérive de la forme même des réseaux et de la rareté des centres habités.

Dans le groupe Est, au contraire (New York Central and Hudson River Railroad, Pennsylvania Railroad, Boston and Albany, New York, Lake Erie and Western, Philadelphia and Reading, Baltimore and Ohio, Chicago, Burlington and Quincy, que les progrès de la civilisation permettent déjà d'assimiler au groupe Est, Michigan Central, etc.), elle est le résultat de la volonté formelle et réfléchie des ingénieurs, et, pour ainsi dire, le reflet de mœurs à outrance et d'une existence *intensive* comme elle.

Tous les systèmes d'affectation du personnel à la conduite des locomotives s'y rencontrent, depuis celui de la simple équipe, très répandu, jusqu'à celui de la machine banale, appliqué en grand sur le Pennsylvania Railroad. — Non seulement sur des réseaux différents, mais aussi sur les diverses divisions d'un même réseau, et même sur les diverses sections d'une même division, on voit appliquer

toutes les combinaisons intermédiaires possibles : double équipe, trois équipes pour deux machines, quatre pour trois, etc., etc.

Sur le *New York Central and Hudson River Railroad*, la double équipe fonctionne pour tous les trains directs de voyageurs et de marchandises de la ligne principale.

Sur le *Pensylvania Railroad*, double équipe, pour les trains de voyageurs directs seulement, à l'exception de la ligne de Philadelphie à New-York.

Sur le *Boston and Albany Railroad*, trois équipes pour deux locomotives.

Sur le *Chicago, Burlington and Quincy*, double équipe ou trois équipes pour deux locomotives, pour certains trains de voyageurs ; la simple équipe restant réservée aux marchandises.

Sur le *Michigan Central*, même régime.

L'exemple du service direct des voyageurs entre New-York et Albany est typique et mérite d'être décrit.

La distance des deux points extrêmes est de 230 kilomètres, que les express parcourent en 4 heures 30 minutes. Le service d'une équipe est de 460 kilomètres, parcourus en deux courses, aller et retour, séparées par un repos de trois ou quatre heures. Le mécanicien rentré à son point d'attache, à son domicile après 12 à 13 heures d'absence, s'y repose environ 36 heures et reprend son service de 12 à 13 heures, pendant que son associé qui a conduit la machine la veille, se repose à son tour. Autant que possible, une machine reste affectée au même train.

Ce régime donne pour le personnel du réseau un parcours mensuel élevé, qui varie pour les trains de voyageurs express de 5,600 à 8,000 kilomètres, et pour les trains de voyageurs locaux, de 5,000 à 7,000 kilomètres, suivant les sections ; tandis que les locomotives fournissent un parcours effectif beaucoup plus considérable, sinon double. En somme, sur ce réseau, le parcours annuel moyen général, par unité de l'effectif total du matériel moteur, dépasse 60,000 kilomètres.

Dans le service des trains de marchandises, établi d'après le principe de la double équipe, mélangé d'un peu d'équipes multiples, le parcours moyen mensuel d'un mécanicien est :

Sur la section de New-York à Albany, de 5,000 kilomètres ; la section Syracuse à Buffalo, de 4,000 kilomètres, enfin sur l'ensemble du réseau, de 4,250 kilomètres environ.

Discussion. — Les raisons d'être des différences existant entre les résultats de la

pratique de quelques lignes américaines et la pratique européenne, ne manquent pas.

La division des réseaux se prête aux longues étapes et au régime de la double équipe; les trains sont nombreux, disposés à des heures convenables pour que le retour de l'équipe à son point d'attache puisse s'effectuer, à la fois sans trop d'attente et sans trop de précipitation, etc., etc.

Toutes ces explications et justifications sont d'ordre général. Nous les retrouverons naturellement quand nous rendrons compte des essais de service intensif en Belgique, en Suède, en Autriche, en Espagne.

A ces justes remarques, les partisans de ce régime n'ont rien à répondre. Ils ne peuvent que féliciter les réseaux dont la configuration topographique et le mode d'exploitation se prêtent si bien à l'application du système qui leur est cher.

Suppression des machines de réserve. — Quelques observations sont plus particulières à l'Amérique. Ainsi, une raison importante du bon rendement des locomotives aux États-Unis est que les machines de réserve y sont *inconnues*. C'est un fait à retenir: évidemment, les jours de réserve sont des jours d'immobilisation relative, qui viennent encore s'ajouter aux chômages qu'entraîne forcément le système de la simple équipe.

Le service des réserves correspond, en général, sur les réseaux européens, à une augmentation d'effectif qu'il est modéré d'évaluer à 6 p. c. et à une diminution de parcours de 20 à 25 p. c. Mais alors ne peut-on pas essayer sur le continent non pas de supprimer radicalement les réserves, mais d'en diminuer le nombre? Les procédés d'exploitation, l'établissement des voies, la construction du matériel se sont améliorés; le temps des écoles est passé; les accidents, aussi bien que les incidents de service, sont devenus rares; sur les réseaux à trafic serré, le nombre des grandes gares, des points de bifurcation s'est accru, et en même temps, le nombre des points où se trouvent des machines de manœuvre à demeure, qui, en cas de besoin, peuvent se transformer en machines de secours; les trains de marchandises, garés, peuvent céder temporairement leur locomotive, en cas de détresse d'un train plus pressé. Bref, les préoccupations qui ont présidé à l'établissement du service des réserves se sont modifiées avec le temps ou ont disparu. On peut se demander si les précautions justement prises au début ne sont pas aujourd'hui exagérées, et si on ne pourrait pas utilement diminuer le nombre des locomotives immobilisées par le service des secours et des réserves, et qui, d'après les statistiques, sont bien rarement utilisées.

C'est une question qui nous paraît mériter l'attention du Congrès.

Évaluation du temps consacré aux manœuvres de gare en kilomètres. — Une autre remarque, qui explique également les longs parcours kilométriques des locomotives aux États-Unis, a trait à la manière d'évaluer en kilomètres de parcours le temps consacré aux manœuvres de gare. Ces kilomètres de manœuvres entrent en effet en ligne de compte dans l'évaluation du travail annuel *moyen* du matériel moteur.

Aux États-Unis, disent les uns, les manœuvres de gare sont évaluées à raison de 6 milles ou près de 10 kilomètres (9*66) à l'heure; sur le continent, on les évalue généralement à un taux moindre, à 5 ou 6 kilomètres seulement, d'où, en raison de l'importance des manœuvres, une majoration de 10 à 14 p. c. en faveur de l'évaluation moyenne des parcours annuels. 10 à 14 p. c. de majoration, ce n'est pas à dédaigner. Mais, disent les autres, cherchons à quoi tient cette différence. L'activité des manœuvres est-elle réellement plus grande dans les gares américaines, ou bien le taux de transformation du temps consacré aux manœuvres est-il trop faiblement calculé sur le continent ?

Quelle que soit la cause de la différence signalée, il semble qu'il y ait quelque parti à tirer de la comparaison faite; et l'activité des manœuvres de gare, augmentée si l'on peut, justement appréciée en tout cas, n'est pas un élément négligeable d'un bon rendement du matériel moteur. C'est encore un point digne d'examen.

Limitation exclusive du service du personnel à la conduite de la locomotive en marche utile. — D'autres observations concernent plus spécialement le personnel.

Malgré une durée de service continu assez élevée, le personnel américain n'est réellement pas surmené. Sans doute, dit-on; mais cela tient à ce que le mécanicien n'est pas astreint à venir au dépôt presque une heure avant le départ de sa machine, à la conduire à de grandes distances en tête de son train, ni à la reconduire, à l'arrivée, à son remisage, etc.

Le mécanicien américain prend la locomotive des mains du chauffeur de gare au moment du départ (comme un cocher prend les rênes des mains du valet d'écurie qui a attelé), et aussitôt arrivé au but, n'a d'autre devoir que de faire son rapport au chef de dépôt. La même règle est de pratique en Angleterre, où les heures de service du personnel ne sont que les heures de conduite. Elle est recommandée par tous les experts en matière de service à équipes doubles, multiples ou banales.

Est-ce, à tout prendre, une pratique qu'on ne puisse adopter? Ou du moins ne peut-on s'en rapprocher en réduisant au minimum le temps que le mécanicien perd en fausses manœuvres, en attente ou en menus travaux que d'autres pourraient faire pour lui? C'est encore une question sur laquelle il semble aisé de s'entendre.

Proportionnalité du salaire du personnel au parcours ou au travail utile effectué. — Une circonstance favorable au régime intérieur tel qu'il existe sur le New York Central Railway, est aussi que le personnel étant exclusivement payé au prorata des kilomètres parcourus, est toujours disposé à accepter les longs parcours et les services prolongés. Ce système de rémunération n'est pas général aux États-Unis, mais il est répandu.

Il existe en effet sur le New York Central, sur le Burlington and Quincy, sur le Boston and Albany, sur le Pennsylvania, sur l'Illinois Central (¹). Le taux varie de 10 à 12 centimes par kilomètre pour le mécanicien, et de 6 à 8 centimes pour le chauffeur, avec extras, quand le parcours normal ou le *trip* quotidien est dépassé. Il a l'avantage pour les Compagnies américaines de leur rendre indifférent, au point de vue de la rémunération du personnel, le choix du système de roulement; le prix de la conduite de la locomotive à un kilomètre par l'équipe est fixe, que cette équipe travaille comme simple, comme multiple ou comme banale.

La majorité des ingénieurs préférera au système de la rémunération exclusivement proportionnelle au parcours, le système mixte généralement adopté en Europe; ce système, à côté du salaire fixe, institue le salaire variable, composé des primes de parcours, de graissage, de combustible, de régularité de marche, etc., qui dépendent de l'importance et de la valeur du travail effectué. Le personnel européen le préfère certainement aussi; et la partie variable de son traitement en est une assez forte part pour qu'il y trouve un vif stimulant à ne pas reculer devant un service qui, sans être pénible, utilise intégralement ses forces.

Confort du personnel sur la machine. — Enfin, l'on peut alléguer que le personnel, mieux abrité dans les cabines, plus confortablement installé sur les locomotives, généralement très propres, bien suspendues et bien préparées, éprouve moins de fatigue et peut fournir des étapes plus longues. Ce sont là des détails qui, sans être négligeables, sont d'un ordre moindre.

(¹) Voir, dans le *Compte rendu général de la première session du Congrès*, les règles servant à déterminer les salaires des machinistes et chauffeurs de « l'Illinois Central Railroad », document communiqué par M. Jeffery, directeur général de ce chemin de fer. 1^{er} vol., p. IV-127.

En tout cas, disent les intensifs, rien n'empêche de les soigner, et c'est d'ailleurs ce qui se fait maintenant sur plusieurs réseaux européens; non seulement on abrite le personnel, mais on installe sous ses pieds des planchers élastiques; et si on ne l'asseoit pas d'une manière permanente, et sur des coussins rembourrés, comme en Amérique, on essaye de diminuer pour lui la fatigue des longs trajets par l'emploi facultatif de strapontins mobiles.

Nous en avons fini, je crois, avec l'énumération des motifs qui ont aidé au succès du régime de la double équipe en Amérique (et les mêmes raisons justifient le succès de l'équipe banale).

Oui, sans doute, les Américains, appréciant hautement l'intérêt de tirer du matériel moteur le maximum d'effet utile, ont fait et surtout ont pu faire ce qu'il fallait, pour rendre le résultat cherché facile à atteindre; ils ont, quand c'était possible, divisé leurs réseaux en sections appropriées; ils ont supprimé les réserves, activé les manœuvres de gare, payé leur personnel à la tâche, réduit pour lui les temps perdus ou passés en travail accessoire, augmenté le confort pendant le trajet, et enfin, pour éviter les chômages, construit des locomotives de types aussi simples, aussi solides, aussi peu nombreux et aussi uniformes que possible.

En un mot, aux États-Unis, et en particulier sur le New York Central, le succès du système de la double équipe est dû à l'ensemble des circonstances favorables que son application a rencontrées. L'extension irréfléchie du régime en serait la ruine, c'est vrai; mais elles peuvent se présenter ailleurs qu'aux États-Unis.

Essais du système de la double équipe en Europe. — En fait, ces circonstances favorables se sont présentées, depuis le Congrès de Bruxelles, sur une section du réseau de l'État belge, du chemin de fer de l'État suédois, du Nord de l'Espagne, où elles ont été mises à profit pour un essai prolongé, — peut-être ailleurs encore, sans que nous le sachions, — mais nous ne croyons pas qu'elles se soient encore rencontrées, pour un grand service courant, sur les réseaux français, suisses, italiens, etc.

Service des marchandises de la ligne de Schaerbeek à Arlon (État belge). — « Cette partie du réseau de l'État belge se prêtait particulièrement bien au roulement à double équipe. Sur cette ligne existent quatre remises à locomotives, quatre relais, à Schaerbeek, Namur (50 kilomètres), Jemelle (57 kilomètres), Arlon (79 kilomètres) qui la divisent en trois sections d'à peu près égale longueur, et, sur chaque section, la durée moyenne du service des loco-

« tives est d'environ dix heures. On dispose donc, entre l'arrivée de la locomotive à son dépôt et son départ, d'un stationnement suffisant pour la réapprovisionnement, la remettre en pression, la visiter, etc. Enfin, le trafic y est organisé dans de telles conditions que les trains de jour trouvent leurs correspondants comme trains de nuit. » (Note de M. l'ingénieur en chef Blancquaert) ⁽¹⁾.

L'essai a commencé à partir du mois de mai 1886, et le 1^{er} janvier 1887 le service à double équipe s'étendait déjà à 120 machinistes environ. 60 machines surannées avaient été retirées du service ; le parcours mensuel moyen d'une locomotive s'était élevé de 3,000 à 5,800 kilomètres. Aucune difficulté n'a surgi au sujet du partage des primes de consommation, graissage et combustible (grâce au choix judicieux des équipes associées), non plus que dans la répartition des primes de parcours ; et l'entretien courant du matériel n'a pas paru influencé par l'adoption du nouveau régime. Il a dû recevoir de nouvelles applications dans le premier semestre de 1887 : elles étaient projetées au commencement de l'année.

Service des express entre Avila et Hendaye (Nord de l'Espagne). — L'essai sur ce réseau date du 1^{er} juin 1886. Le 1^{er} juin 1887, les résultats constatés étaient les suivants : Le parcours mensuel des locomotives s'est élevé à 10,380 kilomètres. Comme chacune des locomotives en service a dû entrer en réparation après neuf mois de travail, le parcours annuel a été effectivement de 93,420 kilomètres, tandis que ce même service se faisait auparavant avec six machines, fournissant un parcours moyen de 47,000 kilomètres.

La locomotive parcourt 517 kilomètres d'une traite en 13 heures ; elle est servie par deux équipes qui se relaient l'une l'autre, à peu près au milieu de la distance à parcourir pour atteindre Burgos ; l'une des équipes fournit un maximum mensuel de 4,980 kilomètres, l'autre, de 5,400. L'essai était d'autant plus intéressant que certaines circonstances du service sont moins favorables.

Ainsi les trains ont aux stations des arrêts de peu de durée ; le profil accidenté présente des rampes de 15 millimètres. Le feu est difficile à bien entretenir sur un aussi long trajet ; enfin, la qualité des eaux est telle que le parcours de 93,000 kilomètres entre deux réparations est un maximum difficile à atteindre.

Le service doit s'étendre actuellement depuis Madrid jusqu'à la frontière, et la direction en est si satisfaite qu'elle songe à l'étendre aux trains de marchandises. (Note de M. le directeur Barat) ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Voir le *Bulletin de la Commission*, numéro d'août, 4^e fasc., p. 891.

⁽²⁾ Voir *Ibid.*, p. 895.

Service des machines de manœuvres en France; de la petite et grande ceinture, des trains-tramways du chemin de fer du Nord. — En France, les études au cabinet du système à double équipe ont été entreprises presque sur tous les réseaux; mais les applications en sont rares.

Dans quelques circonstances très spéciales, les ingénieurs n'ont pas hésité à l'adopter; ainsi *dans le cas des machines de manœuvres*, comme en Autriche et ailleurs sans doute, qui, restant toujours en service sur le même point, sont montées par deux équipes et n'interrompent leur service que pour les lavages.

Le système est également appliqué aux machines remorquant les trains de marchandises *sur la grande et la petite ceinture*, à Paris.

« Le service de la petite ceinture peut presque être assimilé à un service de « manœuvres; il se compose exclusivement du trafic local. L'importance de ce « trafic, la nécessité de débarrasser rapidement les gares des wagons chargés ou « déchargés, de plus les variations du mouvement des marchandises sur les « divers points ont obligé à tracer des marches de trains nombreuses en y faisant « figurer de nombreux trains supplémentaires. » (Note de la Compagnie des chemins de fer de l'Est) (1).

Le service des marchandises de la grande ceinture, se composant presque exclusivement de trains de transit, réalise également à merveille les conditions favorables au fonctionnement avantageux du régime de la double équipe.

Le système est encore appliqué aux trains-tramways du Nord français et sur quelques embranchements particuliers (Enghien à Montmorency).

En résumé, les applications, en France, se bornent à quelques cas isolés, spéciaux, se rapprochant plus ou moins du service des machines de gare, pour lequel la double équipe est acceptée depuis longtemps.

Les études faites de l'application sur les réseaux français ont été en général défavorables au système; sur certains, il a même été reconnu *à priori* comme *impraticable*.

Il est intéressant de noter les motifs de cette défaveur.

Mauvaise utilisation du personnel dans le service à double équipe. — La principale des objections formulées est que le régime de l'équipe double ne permet pas une aussi bonne utilisation du personnel, c'est-à-dire a pour conséquence d'augmenter le nombre des agents attachés à un service donné; la meilleure utili-

(1) Voir le *Bulletin de la Commission*, numéro d'août, 4^e fasc., p. 883.

sation du matériel moteur qui n'est pas niable, a pour contre-partie une moins bonne utilisation du personnel.

Les *convaincus* répondent à cette objection que, dans tous les cas, il doit être plus avantageux de bien utiliser le matériel que le personnel; que généralement le personnel se recrute, s'entretient, se loge plus facilement que le matériel; que les charges supportées par le budget de l'exploitation du fait d'un excès dans l'effectif locomotives, peut bien dépasser celles que l'utilisation imparfaite du personnel entraîne.

Il n'en reste pas moins acquis que l'objection frappe beaucoup l'esprit.

Tel service de trains express qui exige sur le New York Central 26 mécaniciens et 13 locomotives pourrait se faire par la méthode usuelle de la simple équipe, appliquée en forçant le plus possible le travail du personnel, avec 16 mécaniciens et 16 locomotives, soit 3 machines de plus et 10 mécaniciens de moins. C'est le maximum de l'écart pour le personnel, puisque ce service, *intensif* à coup sûr, imposerait 10,000 kilomètres de parcours à chaque équipe par mois. En ne forçant pas du tout le travail du personnel, le même service, confié aux errements français, exigerait 21 machines et 21 mécaniciens; soit 8 machines de plus et 5 équipes de moins.

Sur tel autre réseau français, le calcul a démontré que, pour le cas même où les circonstances se prêteraient au service de la double équipe, à une diminution de 27 à 40 p. c. du nombre des machines correspondrait une augmentation du nombre des agents variant de 40 à 20 p. c. (Est).

Or, toute augmentation du personnel constitue un surcroît de dépenses d'exploitation sur les réseaux où le personnel est heureusement rémunéré, non pas d'après son parcours exclusivement, comme aux États-Unis, mais par un salaire fixe mensuel qui forme la plus grosse part de sa paye.

Ce surcroît de dépense kilométrique est-il compensé par les avantages pécuniaires (et autres) de la réduction de l'effectif locomotives? C'est là toute la question. On a pu calculer qu'il y avait compensation, sur certains réseaux, entre le salaire annuel d'une équipe et la somme représentant l'intérêt et l'amortissement de la valeur de la locomotive, et même de son remisage.

A cela, les *avancés* répondent que ce qui est vrai pour un réseau, peut ne pas l'être pour un autre, et que, suivant les cas, il y a intérêt à réduire les dépenses de premier établissement ou celles de l'exploitation.

Le régime économique auquel est soumis un réseau donné a évidemment sur la solution à choisir la plus légitime influence.

Cette objection est particulière au système de la double équipe; elle ne s'adresse pas au régime de l'équipe banale. Les suivantes sont communes à tous les systèmes, et nous les formulons ici pour n'y plus revenir.

Entretien des locomotives confiées aux équipes multiples. — Une objection grave, c'est la crainte que l'entretien d'une locomotive confiée à deux ou plusieurs équipes ne soit négligée. L'expérience de M. Buchanan, ingénieur en chef du New York Central, des ingénieurs et directeurs du Pennsylvania Railroad, MM. Thomson, Ely, Sheppard et autres, celle des ingénieurs belges et espagnols ne paraissent pas, jusqu'à présent, justifier cette crainte. C'est un des inconvénients que M. Blancquaert considère comme « plus apparents que réels », après essai.

Le service banal lui-même, qui, à priori, paraît le plus préjudiciable au bon entretien du matériel, a naturellement donné lieu à une usure plus rapide des locomotives, plus employées; mais ni au chemin de fer du Midi français, ni au Pennsylvania Railroad, ni en Autriche, ni en Suède, on n'a remarqué une différence notable dans les dépenses d'entretien, à condition toutefois — et à cause — d'une surveillance rigoureuse. En Autriche même et sur le New York Central, on accuse une économie qui s'expliquerait par une meilleure conservation de l'appareil tubulaire et de la chaudière, moins souvent refroidis.

Répartition des primes entre les équipes. — La troisième objection est la difficulté de faire à chacune des équipes sa part de prime de combustible ou de graissage, d'évaluer à chaque changement d'équipe le combustible consommé, etc.

Ces difficultés de détail sont loin d'avoir été insurmontables dans la pratique. Toutes ces évaluations se font couramment, paraît-il; nous y reviendrons en exposant plus loin le détail du fonctionnement du régime banal.

En résumé, pour ce qui concerne la double équipe, le régime ne peut s'appliquer que dans certaines circonstances; quand ces circonstances se rencontrent et qu'il est appliqué, il réduit, dans des proportions variables, suivant les conditions de l'application, l'effectif du matériel moteur en service, mais il entraîne une augmentation du personnel, et il peut donner lieu, quand le personnel n'est pas rémunéré uniquement d'après le travail accompli, à un accroissement des frais de traction kilométriques qui vient balancer, dans une mesure à déterminer, les avantages pécuniaires résultant de la réduction de l'effectif moteur.

V

Système des machines et équipes banales. — La principale des objections formulées contre le système de l'équipe double, celle de l'augmentation du personnel et de son imparfaite utilisation, ne peut plus être opposée au régime des machines et équipes banales; c'est-à-dire au système qui consiste à confier un service fait par un groupe de locomotives à un groupe de mécaniciens, pour ainsi dire associés, toutes les machines étant tour à tour, et indistinctement, conduites par tous les mécaniciens du groupe, dans un ordre déterminé. C'est la promiscuité réglementée.

Partout aux États-Unis, on emploie le système en cas d'accroissement imprévu de trafic. A l'état d'organisation permanente, on ne le trouve, à notre connaissance, appliqué qu'au service des trains directs de marchandises du Pennsylvania Railroad.

Service de la section d'Altoona à Harrisburg (Pennsylvania Railroad). — Un des meilleurs exemples de ce service est celui de la section d'Altoona à Harrisburg, tel que l'ont exposé MM. Ely et Sheppard dans une conversation avec des ingénieurs français, en mai 1886.

Le service occupe un groupe de 50 machines. Leur service n'est pas fixé par des horaires déterminés d'avance. Un groupe de 62 personnels (mécaniciens et chauffeurs) est affecté à la conduite de ces locomotives. Chaque personnel, au lieu d'être attaché à une locomotive désignée, est pour ainsi dire associé au sort d'un fourgon (*caboose*), avec le conducteur et les serre-freins, souvent fort nombreux; et cet ensemble, formé du *fourgon*, du *mécanicien*, de son *chauffeur*, des *conducteurs* et des *serre-freins*, constitue une *unité complexe*, qui porte un seul et même numéro, celui du *caboose*, servant à désigner tous ces éléments hétérogènes. Moitié des équipes est domiciliée à Altoona, moitié à Harrisburg. Chacune d'elles est supposée rentrer à son domicile le dimanche, et entre dans le roulement le dimanche soir à 8 heures.

La durée du trajet est de 11 heures; sa longueur, de 211 kilomètres. A l'extrémité du parcours, les locomotives sont retenues environ pendant une heure; le mécanicien est porteur d'un imprimé spécial sur lequel il note les remarques qu'il a faites en route sur l'état de sa machine, ses avaries, et les parties à visiter plus spécialement; il le remet au chef de dépôt; les réparations nécessaires sont faites immédiatement sous les ordres du chef de dépôt. Un inspecteur spécial fait

alors sa visite et fait compléter, s'il y a lieu, la mise en parfait état de la machine. Le clavetage des bielles, le serrage des coins (auxquels le mécanicien n'a pas le droit de toucher) et des garnitures, sont des opérations normalement exécutées par un ouvrier spécialiste qui est responsable de ces détails d'entretien pour toutes les machines du dépôt.

En même temps, le combustible existant à l'arrivée dans le tender est jaugé; le tender est réapprovisionné, s'il y a lieu (ce qu'on évite de faire aux points d'arrivée) et le personnel preneur est débité du charbon existant sur son tender au moment de son départ, tandis que son prédécesseur en est crédité. L'heure d'arrêt suffit ou ne suffit pas pour tout ce travail. Peu importe, du reste: un changement de tour pour la locomotive est de si peu d'importance! Toujours accompagné de ses acolytes, le *caboose* présent depuis le plus longtemps au dépôt (*first in, first out*) s'attelle à la machine désignée par son tour d'ancienneté comme la première à partir. Le train est accosté, accroché, et le voyage de retour s'effectue suivant les ordres du *train dispatcher*.

A la rentrée au point d'attache, le mécanicien débité tout le long du chemin du combustible ajouté à celui qu'il avait trouvé dans son tender, est crédité de ce qu'il laisse; la différence des deux comptes établit sa consommation; la prime mensuelle d'économie se règle suivant un barème d'allocations, calculé chaque mois, par wagon-kilomètre chargé remorqué, d'après la consommation moyenne du mois précédent.

Réduction des déplacements du personnel. — Notons en passant que le système banal et à double ou multiple équipe, ne doit pas nuire et peut même, dans certaines combinaisons de roulement, aider à la réalisation de ce desideratum : réduire au strict minimum la durée des déplacements, et le nombre des nuits, et surtout des nuits consécutives passées hors du domicile par le personnel, désormais affranchi de l'obligation d'attendre sa machine, quand le retour en est retardé, et indépendant d'elle. D'où une réduction probable des frais de déplacements qui, pour un réseau actif de 3,000 kilomètres, représentent facilement une somme de 500,000 francs par an; d'où économie des frais d'exploitation, et surtout atténuation de l'assujettissement, peut-être le plus pénible de la vie des mécaniciens, et singulier adoucissement, qu'ils ne doivent pas être sans apprécier, surtout quand ils vieillissent.

D'après les déclarations des fonctionnaires supérieurs du Pennsylvania Rail road, le roulement banal fonctionne d'une manière très satisfaisante; les dépenses

d'entretien n'ont rien d'anormal; les consommations, sévèrement surveillées et réglementées, sont normales. Ce régime augmente de 25 p. c. le rendement de l'effectif moteur sans accroissement du personnel; il permet une meilleure surveillance du service, tant au point de vue de la valeur du personnel que de l'entretien du travail.

Mais on doit disposer aux extrémités du parcours confié aux machines banales de moyens puissants et rapides de réparation; les types des locomotives associées doivent présenter une uniformité suffisante; enfin, une discipline sévère et acceptée est indispensable au succès du système.

Essais du régime des locomotives banales en Europe. — Des essais plus ou moins étendus du système banal ont été faits en Europe et notamment en Autriche sur le Sudbahn, en Suède sur le réseau nord de l'État et en France sur le réseau des chemins de fer du Midi.

Sudbahn autrichien. — Il est appliqué depuis quelque temps au service des marchandises entre Vienne et Trieste. Le roulement est combiné de façon que les changements de personnel s'opèrent après douze ou quinze heures de travail, correspondant à un parcours de 150 kilomètres, tandis que les locomotives continuent leur service après un arrêt de deux heures au dépôt terminus pour visite et remise en état.

Quinze équipes correspondent à 11 locomotives. Le parcours mensuel du matériel moteur de cette section a été porté de 3,600 à 5,010 kilomètres : augmentation, 40 p. c. L'économie constatée dans les frais de graissage est de 10 p. c. environ; les primes d'économie ou de bon entretien sont allouées à la machine, et réparties entre tous les personnels du groupe, au prorata des kilomètres parcourus par chaque personnel. Les équipes forment une sorte d'association solidaire, qui a un intérêt commun à la bonne conduite du matériel, et exclurait volontiers de son sein l'équipe qui négligerait la machine ou consommerait trop de combustible.

Comme sur le Pennsylvania Railroad, le mécanicien rend compte à l'arrivée des avaries remarquées; la machine est visitée par le chef de dépôt et le mécanicien qui la reprend.

Les frais d'entretien n'ont pas paru augmenter, malgré le service intensif; on signale même cette circonstance heureuse, que les fuites des tubes ont presque disparu.

État suédois. — Depuis un an, le service banal est en vigueur sur le réseau nord de l'État suédois. M. l'administrateur Almgren a constaté (voir note de l'Administration des chemins de fer de l'État suédois) ⁽¹⁾ que l'entretien des locomotives n'a pas souffert; que la répartition des consommations s'est faite sans peine; que le nombre des locomotives employées sur la ligne d'essai s'est abaissé dans la proportion de dix à six. Chaque machine supprimée du service a donné lieu à une économie annuelle de 1,400 francs, conséquence naturelle d'une réduction dans les frais d'allumage, de chauffage et de nettoyage des remises, ainsi que dans les dépenses d'allumage des locomotives restées en service.

Le nouveau service donne un meilleur roulement pour le personnel, dont on peut obtenir plus de travail sans lui imposer plus de fatigue; ce qui compense l'augmentation de dépenses causée par une surveillance plus minutieuse du matériel, confiée à un nouveau personnel spécial. En somme, dit M. Almgren, « réussite parfaite ».

Expérience de trois années (1879-1882) à la Compagnie du chemin de fer du Midi (France). — En France, le système banal n'a pas été récemment appliqué, au moins nous le croyons. L'état du trafic, depuis quelques années si affaibli, forçant déjà au repos nombre de locomotives qui encombrant les dépôts, ne devait guère inviter à une expérience de ce genre. De plus, le système y rencontre évidemment peu de sympathie. On est généralement persuadé que le roulement banal des locomotives conduit infailliblement à une augmentation de dépenses d'entretien, de consommation, etc., etc. « Le mécanicien, dit-on, n'étant plus seul responsable du bon état de sa machine, et n'étant plus seul à en profiter, se relâche dans les soins à donner, et il n'est plus possible de faire peser sur chacun la responsabilité qui lui incombe, etc. » (Note de l'Est français) ⁽²⁾.

Cet inconvénient paraît constituer un obstacle *infranchissable* à l'adoption du roulement banal.

L'obstacle infranchissable a néanmoins été souvent franchi, et, en particulier, d'une façon très heureuse, pendant trois années consécutives, par la Compagnie du Midi, dans un moment de disette complète de locomotives et de trafic intense.

Dans cette période, les parcours mensuels des locomotives ont été, suivant les dépôts, de 5,000, 4,500 et 4,000 kilomètres, tandis que les parcours des mécaniciens ne dépassaient pas 3,000 à 3,500 kilomètres.

⁽¹⁾ *Bulletin de la Commission internationale*, numéro d'août, 4^e fasc., p. 893.

⁽²⁾ Voir *Ibid.*, p. 883.

Les groupes de machines variaient en effectif depuis 31 machines pour 55 mécaniciens, jusqu'à 13 machines pour 23 personnels. En prenant le rapport des parcours des équipes aux parcours des locomotives, on a constaté que les augmentations de parcours ont pu s'accroître dans une proportion variant de 28 à 44 p. c. Ce système a fonctionné à l'entière satisfaction de la Compagnie du Midi, sauf en ce qui concerne l'usure des locomotives, qui (naturellement) a dû être plus grande qu'au temps du service normal. La Compagnie paraît au moins avoir retenu de cette longue expérience cette conviction que le régime banal est pratique en cas de nécessité, et que la possibilité de l'appliquer dispense d'avoir une réserve de matériel, c'est-à-dire un certain nombre de machines prêtes pour des besoins imprévus. Cette limitation de l'effectif aux besoins stricts du service ordinaire constitue, sinon une application du régime banal, au moins une preuve certaine de confiance dans sa valeur pratique.

Résumons les objections :

Augmentation des frais d'exploitation par suite du mauvais entretien et d'excès de consommation de houille : mauvais entretien, parce que le mécanicien, connaissant moins bien sa machine, sait moins bien la conduire et la ménager; excès de consommation, parce que les primes sont moins directes et d'un effet moins stimulant; parce que, encore, un personnel qui ne connaît pas une locomotive ne sait pas en tirer le meilleur parti; ne voit-on pas tous les jours que le mécanicien, forcé de mener une locomotive qu'il ne connaît pas, consomme plus que son camarade qui la conduit ordinairement?

La pratique paraît avoir répondu à ces objections théoriques, et en atténue la portée. L'inspection rigoureuse des chefs et la surveillance mutuelle des intéressés contrebalance, sans doute, les chances de mauvais entretien; le maintien prolongé en feu des locomotives doit influencer aussi heureusement sur la consommation; les locomotives affectées au service banal d'un groupe sont de types, sinon identiques, du moins analogues; la conduite ne doit donc pas en être si pleine d'imprévu qu'on le suppose. Les 55 mécaniciens qui, pendant trois ans, conduisaient sur le Midi 31 machines, connaissaient assez vite le fort et le faible de chacune d'elles, et s'habituait à les mener, suivant leur tempérament, un peu comme les cochers d'omnibus savent les mérites et les défauts des attelages si divers qu'on leur confie, et les manient en conséquence.

Enfin, ne peut-on espérer que le personnel, appréciant les avantages du système, qui le touchent plus particulièrement, tels qu'une meilleure répartition du

service, une diminution dans le nombre et la durée des absences hors du domicile, fasse quelques efforts en faveur de son succès en veillant mieux à l'entretien et en surveillant les consommations ?

Quoi qu'il en soit, ces inconvénients doivent être pris en grande considération et entrer toujours en parallèle avec les avantages que peut procurer dans un cas donné le régime intensif appliqué au matériel.

Nous croyons avoir épuisé le sujet. D'un côté, nous avons relaté les résultats de l'expérience et résumé les opinions raisonnées des hommes pratiques, qui ont cherché à tirer le meilleur parti du matériel moteur, et à en augmenter le rendement par l'emploi plus ou moins étendu du système de la double équipe, des équipes multiples et banales. *Tous ceux qui l'ont mis en pratique s'en sont déclarés satisfaits.*

D'un autre côté, nous avons minutieusement relevé toutes les objections formulées, tous les inconvénients signalés, toutes les difficultés d'application, toutes les impossibilités même, présentées par les ingénieurs que leurs études et leurs calculs préalables ont convaincus de l'inopportunité d'appliquer le système, *et qui ne l'ont pas essayé.*

A cela se borne notre tâche.

Il nous reste toutefois encore à exposer l'état de la question du roulement des mécaniciens; mais elle se lie si intimement à celle du roulement des locomotives, que nous en avons beaucoup parlé déjà, et qu'il nous reste peu de chose à en dire.

B. — ROULEMENT DES MÉCANICIENS AU POINT DE VUE D'UNE JUSTE DISTRIBUTION DU TRAVAIL DU PERSONNEL EN TENANT COMPTE DES DIFFÉRENTES SAISONS, DE LA COMPLEXION DU SERVICE ET DES CONDITIONS HYGIÉNIQUES DES ZONES PARCOURUES.

VI

Peu de documents sont parvenus à la Commission internationale sur les points spéciaux visés par cette rubrique. (Voir les notes des Administrations de chemins de fer sur la question.) Nous devons donc nous borner à exposer quelques considérations générales sur le travail actuel du personnel qui, dans les zones tempérées où nous vivons, ne varient ni avec les saisons, ni avec les latitudes.

Nous avons déjà dit que le service normal du personnel, tel qu'il est établi en

général, est loin d'excéder les forces humaines. C'est même presque un préjugé de croire que l'existence du mécanicien est extrêmement dure.

Si le métier a certaines rigueurs, il est en même temps, pour les natures bien constituées, favorable au développement des forces, au maintien de la santé et de la vigueur.

La pratique démontre que, si la durée de la *vie ouvrière* d'hommes aussi actifs est naturellement moindre que celle des ouvriers sédentaires, la durée de leur existence n'est pas moindre, et les mises à la retraite pour infirmités contractées au service ne sont pas plus nombreuses dans la carrière de mécanicien que dans bien d'autres. Que de professions sont infiniment plus pénibles ! De plus, le travail exigeant quelques aptitudes spéciales, ne peut convenir à tous ; ceux qui le pratiquent le font généralement par goût et sont déjà d'élite, bien qu'on s'exagère souvent les difficultés de la conduite des machines. Quoi qu'il en soit, et en admettant, ce que nous croyons vrai, que les variations climatiques n'ont pas plus d'influence sur le métier de machiniste que sur les autres, à moins d'être extrêmes, la fatigue du personnel peut être considérée comme sensiblement proportionnelle à son parcours kilométrique.

Aux États-Unis, le travail continu du mécanicien est certainement plus dur qu'en Europe, et surtout plus soutenu ; la vigueur de cette race composite s'y prête.

Sur le New York Central, le parcours kilométrique mensuel ne s'abaisse pas au-dessous de 4,000 kilomètres et atteint quelquefois 8,000 kilomètres, avec une présence qui atteint une durée de 10 heures, en service de marche.

Sur le continent, en France, en Italie, les règles suivies dans les roulements, attribuent au personnel un parcours mensuel :

- Variant de 5,000 à 5,800 pour les express,
- 3,500 à 4,500 pour les trains omnibus ;
- 2,300 à 3,000 pour les trains de marchandises.

Ces parcours correspondent respectivement à des durées de présence effective sur la machine en marche de 6 heures, 7 heures à 7 $\frac{1}{2}$ heures, 8 à 9 heures, en France, un peu plus en Italie et sans doute ailleurs — et à une durée totale de service continu, par 24 heures, que la présence au dépôt avant le départ, les retards à l'arrivée, etc., prolongent environ de 1 heure pour les trains de voyageurs et de 1 $\frac{1}{2}$ heure pour les trains de marchandises.

Ce sont des limites qu'il paraît, à beaucoup d'ingénieurs, sage de ne pas dépasser, et tous les efforts, nous le croyons, tendent à ce but. Les excès

accidentels de travail sont compensés par des repos correspondants qui en atténuent les mauvais effets. De plus, dans des circonstances exceptionnelles, les parcours sont réduits. En Italie, par exemple, en pays de montagnes où l'on doit traverser force tunnels, la durée de service ne dépasse pas 5 heures. (Voir la note très claire de la Société des chemins de fer de la Méditerranée (Italie) ⁽¹⁾).

En dehors du parcours kilométrique mensuel, les caractéristiques du travail des machinistes, très variables, il est vrai, mais dont nous croyons donner une appréciation assez voisine de la vérité, sont les suivantes :

Pour un mois de trente jours :

1° Le nombre de jours de service de route :

Sur le continent, pour les trains de voyageurs, la moyenne normale est de 23 1/2 jours, variant de 19 à 27; pour les trains de marchandises, aussi de 23 1/2 jours, variant de 19 à 27;

2° Le nombre de jours de service de réserve (repos relatif) :

Il varie de 1 à 3 jours;

3° Le nombre de jours de présence au dépôt pour réparations, etc. :

Il varie de 0 à 6 jours; certaines Compagnies n'exigent pas cette présence, au moins dans certains dépôts;

4° Le nombre de jours de permission :

Il varie de 2 à 4 jours;

5° Le nombre de nuits passées en dehors du domicile :

Pour les trains de voyageurs, 14 sur 30; pour les trains de marchandises, 15 sur 30 (moyennes presque identiques);

6° Le nombre maximum de nuits consécutives passées hors du domicile :

Pour les trains de voyageurs, 3 (variant de 1 à 4); pour les trains de marchandises, 3 1/2 (variant de 1 à 5);

7° Décomposition du service de route en heures passées sur les machines et en heures de repos entre les trains.

(1) *Bulletin de la Commission internationale*, numéro d'août, 4^e fasc., p. 886

Pour les trains de voyageurs :

Heures passées sur les machines en service direct (non compris les réserves, les sorties du dépôt et les rentrées), 140 heures : ou moins de 20 p. c. du temps total;

Heures de repos entre les trains (non compris les journées de dépôt intercalées dans le service), 420 heures : soit 3 heures de repos pour une heure de service effectif;

Les réserves, présences au dépôt, pertes de temps, représentent par conséquent 160 heures.

Pour les trains de marchandises :

Heures passées sur les machines, etc., 200 heures : ou moins de 28 p. c. du temps total;

Heures de repos entre les trains, 360 heures : soit 1 heure 50 minutes de repos pour une heure de service effectif;

Comme pour le service de voyageurs, les réserves, présences au dépôt, pertes de temps, représentent 160 heures.

Ces données devraient être scrupuleusement établies pour qu'on puisse se rendre compte du travail personnel.

En résumé, la durée du travail effectif sur les locomotives en marche absorbe de 20 (trains de voyageurs) à 28 p. c. du temps du personnel. Ce n'est certes pas exagéré!

Un point attire l'attention; c'est le nombre de nuits passées hors du domicile, et qui est de 50 p. c. environ. Tous les efforts tendent à réduire cette proportion; ainsi que celle des heures passées — nous ne disons pas perdues — pendant les sorties du dépôt, les rentrées aux remises, les mises en tête, les réserves, etc.

C'est dans ce sens que se prononce, dans la note adressée à la Commission internationale, la Société d'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais ⁽¹⁾. Le principe qui dirige ses ingénieurs, dans l'établissement des roulements, est surtout d'éviter que le personnel marié passe la nuit loin de sa famille.

Trop heureux, sans doute, ceux qui peuvent faire s'accorder les lois de la morale avec celles qui régissent un bon service et permettent une précieuse utilisation du personnel! Mais cela ne doit pas toujours être facile.

(1) Voir le *Bulletin de la Commission internationale*, numéro d'août, 4^e fasc., p. 889.

Pour contenter à la fois les esprits hardis qui ne redoutent pas les inconvénients du service intensif du matériel moteur, à *locomotives banales*, et ceux qui se préoccupent avec raison du bien-être et de la valeur morale du personnel, l'*idéal* serait de combiner ensemble le roulement des locomotives et ceux des équipes, de manière à obtenir annuellement de la machine un parcours maximum, égal, par exemple, à celui qu'elle peut faire sans inconvénients entre deux réparations à l'atelier ; et, en même temps, à demander au personnel un service tel que le moins souvent possible il soit forcé de passer des nuits complètes hors de son domicile.

C'est un idéal, en pratique presque irréalisable, mais dont il est permis d'essayer de se rapprocher le plus possible ; c'est une solution qu'on peut se proposer comme objectif.

Résumé. — Nous sommes parvenu au terme de notre travail.

Quelles questions, quels thèmes de discussion en pouvons-nous utilement dégager, qui méritent d'attirer l'attention du Congrès ?

Peut-être les suivants :

- 1° Rendement maximum du matériel moteur ;
- 2° Augmentation de la longueur et de la durée des parcours des équipes simples ;
- 3° Réduction des services de réserve ;
- 4° Juste évaluation des kilomètres fournis par les machines de manœuvres ;
- 5° Système de la double équipe ;
- 6° Système des machines banales ;

Et, au point de vue plus spécial du service du personnel :

- 7° Juste distribution du travail du personnel en tenant compte des diverses saisons, de la complexion du service, et des conditions hygiéniques des zones parcourues ;
- 8° Bien-être du personnel, en route et en déplacement ;
- 9° Réduction au minimum du temps pris au mécanicien par les devoirs accessoires de sa charge, en dehors du service effectif en route ;
- 10° Réduction du nombre des nuits passées hors du domicile.

Paris, 15 août 1887.

1^{re} NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

A. — MEILLEURE UTILISATION DES MACHINES.

La question d'une meilleure utilisation des machines a déjà été discutée au Congrès de Bruxelles (août 1885), mais sans que les ingénieurs qui ont pris part à la discussion aient pu se mettre d'accord. Une meilleure utilisation ne peut s'obtenir qu'en faisant monter une même machine par deux équipes ou bien en faisant monter un certain nombre de machines d'un même groupe indistinctement par plusieurs mécaniciens. Il est évident que les machines pourraient alors fournir un parcours annuel beaucoup plus considérable ; on verrait ainsi diminuer le nombre des machines et, par suite, le capital immobilisé.

D'après l'application restreinte que nous en faisons, le système du roulement banal des locomotives conduit forcément à une augmentation des dépenses d'entretien : le mécanicien n'étant plus seul responsable du bon état de sa machine et n'étant plus seul à en profiter, se relâche dans les soins à donner, et il n'est pas possible de faire peser sur chacun la responsabilité qui lui incombe comme on le fait actuellement avec l'équipe unique.

Cet inconvénient, déjà très sérieux lorsqu'il s'agit d'une seule machine montée par deux équipes, nous paraît constituer un obstacle infranchissable, lorsqu'on admet le roulement banal proprement dit, c'est-à-dire toutes les machines montées par tous les mécaniciens. Nous nous sommes donc bornés à examiner si le premier système pourrait être appliqué à la Compagnie de l'Est dans les conditions actuelles de l'exploitation.

Le système de la double équipe nécessite toujours le prompt retour de la machine à son dépôt pour permettre à la seconde équipe de prendre son service ; il exige par suite, pour que le système soit avantageux, que les parcours soient courts et nombreux de façon que le service, effectué en 10 heures environ par chaque équipe, ait permis de faire un trajet *aller et retour*.

Le système peut donc être d'un grand avantage sur les lignes à trafic serré, sur lesquelles on a des trains à toutes les heures. La condition essentielle indiquée plus haut (retour rapide de la

machine à son dépôt) nous a conduits, pour l'étude d'une application du système de la double équipe, à classer notre service de traction en deux catégories :

- 1° Les dépôts qui desservent seulement les lignes sur lesquelles ils se trouvent;
- 2° Les dépôts qui desservent les petites lignes (embranchements et sous-embranchements) sur lesquelles ne se trouve pas de dépôt.

Pour le premier groupe, le service est disposé de façon que la machine, après avoir fait un train d'aller, remorque de suite un train de retour la ramenant à son dépôt d'attache, où la deuxième équipe peut prendre son service; il est donc possible en général de tracer pour ces machines un roulement en double équipe. Pour que le système soit avantageux, il est nécessaire que les étapes soient assez courtes et les trains nombreux; dans les études que nous avons faites, nous avons constaté que pour une diminution de 27 à 40 p. c. du nombre des machines, on devait augmenter le nombre des agents de 40 à 20 p. c. Ce système donnerait donc avec les conditions actuelles de l'exploitation, pour une utilisation un peu meilleure des machines, une mauvaise utilisation du personnel, et par suite une augmentation de dépense dans la plupart des cas.

Dans la deuxième catégorie de dépôts, ceux qui desservent des lignes n'aboutissant pas au dépôt, les machines sont obligées de rester assez longtemps, quelquefois plusieurs jours de suite, hors de leur dépôt d'attache pour faire le service sur les embranchements voisins; dans ces conditions, on voit a priori que la double équipe est inapplicable, la deuxième équipe ne pouvant pas prendre son service.

Cependant la règle de l'équipe unique n'a rien d'absolu à la Compagnie de l'Est, et dans certains cas particuliers nous avons trouvé avantage à faire monter une même machine par deux équipes.

Nous citerons d'abord le cas des machines de manœuvre, lesquelles restent toujours sur le même point sont montées par deux équipes.

Nous appliquons encore le système de la double équipe aux machines remorquant les trains de marchandises sur la grande et sur la petite ceinture.

Le service de la petite ceinture peut presque être assimilé à un service de manœuvres; il se compose maintenant exclusivement du trafic local. L'importance de ce trafic et la nécessité de débarrasser rapidement les gares des wagons chargés ou déchargés, de plus les variations du mouvement des marchandises sur les divers points, ont obligé à tracer des marches de trains nombreuses en y faisant figurer de nombreux trains supplémentaires de façon à assurer la rapidité du service en utilisant les trains tracés aux heures les plus commodes de la journée. Dans ces conditions, le système de la double équipe était naturellement indiqué.

Le service des marchandises, fait par les machines Est sur la grande ceinture, se compose presque exclusivement de trains en transit; il réalise à merveille les conditions indiquées plus haut comme favorables au fonctionnement de la double équipe.

Le parcours est assez court (30 kilomètres de Noisy à Juvisy) et est toujours le même, les trains sont directs et nombreux et permettent facilement, sans surcharge de travail pour les agents, l'aller et le retour en douze heures.

On voit donc que dans quelques circonstances spéciales nous n'avons pas hésité à faire, pour les machines, l'application du système de la double équipe, lorsque nous y avons trouvé un avantage marqué.

B. — DISTRIBUTION DU TRAVAIL.

Dans l'établissement des roulements des mécaniciens et chauffeurs, la variation plus ou moins grandes des durées de marche et le nombre des machines affectées à un même service, ne permet-

tent pas de fixer des règles absolues de temps de travail et de temps de repos pour chaque journée ; et à part l'obligation ferme imposée aux chefs de service de répartir dans le mois trois journées de permission de vingt-quatre heures au moins, pendant lesquelles les agents sont complètement maîtres de leur temps, nous ne pouvons indiquer que les règles générales suivies pour l'établissement des roulements.

C'est ainsi que l'on intercale des repos plus ou moins prolongés entre les durées de marche, en tenant compte du temps de présence nécessaire avant le départ pour la préparation de la machine et de celui suivant l'arrivée, lequel comprend les manœuvres s'il y en a, et le trajet de rentrée au dépôt.

Les repos au relais sont, autant que possible, réduits en faveur du repos au dépôt d'attache, afin de permettre aux agents un plus long séjour chez eux.

Les nuits d'absence sont réparties de façon que les agents passent rarement plus de deux nuits hors de chez eux ; des compensations, soit comme repos, soit comme indemnité de déplacement, sont accordées.

Pour les trains facultatifs et supplémentaires, il n'y a pas de roulement possible, seulement les chefs de dépôt ont toujours un effectif de machines montées, supérieur au nombre des machines fixées au roulement régulier, et cet excédent est calculé pour faire face en moyenne au service des trains supplémentaires. Tous les mécaniciens font d'abord la période de roulement régulier, puis la période des trains supplémentaires : le dépôt doit absolument observer, dans la répartition de ce service, la règle des repos fixée pour les trains réguliers.

La durée moyenne du temps de service, en comprenant seulement le temps de marche, est par jour :

4 h. 58 m.	pour les mécaniciens faisant les express ;
5 h. 58 m.	— — — omnibus ;
9 h. 50 m.	— — — marchandises.

Il faut ajouter 1 heure environ pour les machines à voyageurs et 1 heure et demie pour les machines à marchandises, pour tenir compte du temps de présence avant le départ et après l'arrivée du train, ce qui donne comme durée totale de présence des agents :

6 heures	aux express ;
7 heures	aux voyageurs omnibus ;
9 heures	aux marchandises.

Les conditions hygiéniques des zones parcourues par nos trains sont telles qu'elles n'ont pas besoin d'être mises en ligne de compte, pas plus du reste que la différence des saisons. Le service des mécaniciens reste le même pendant toute l'année.

31 mars 1887.

2^e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)

Le bureau central de la traction doit rédiger les tours de service, en se conformant aux principes généraux suivants, qui ont pour but de permettre au personnel le repos nécessaire et en même temps d'obtenir le meilleur emploi du matériel et du personnel même :

1^o *Parcours mensuels.* — Les parcours mensuels pour les mécaniciens dépendant des tours de service, on doit s'efforcer, en les rédigeant, d'avoir :

Pour les tours de service des trains directs.	5,000 à 5,500 kilomètres mensuels.		
—	— des trains omnibus	3,500 à 4,000	—	—
—	— des trains mixtes, entre les trains			
	directs et omnibus	4,000 à 4,500	—	—
—	— des trains de marchandises . . .	2,600 à 3,000	—	—
—	— en service de montagne (mixtes,			
	marchandises, voyageurs) . . .	2,300 à 2,800	—	—

2^o *Maximum de la durée du parcours non interrompu.* — La plus grande durée de parcours non interrompu doit être en général :

Pour les trains directs	6 heures.
— omnibus	8 —
— de marchandises	14 —
— en service de montagne où l'on doit traverser des	
tunnels	5 —

3^o *Repos périodique.* — Pour le repos périodique, on a établi que 16 heures après le départ du premier train du tour de service, on doit avoir 8 heures de repos non interrompu et ainsi de suite, jour par jour, en prenant pour point de départ le premier train qui succède au premier repos.

Le repos est calculé depuis le moment où le mécanicien consigne sa machine au dépôt, jusqu'au

moment où il y revient pour la reprendre. On doit observer que le service de minuit jusque 5 heures du matin doit être calculé à raison de 50 p. c. en plus, à cause de la plus grande durée du travail non interrompu.

4° *Maximum de la période pour les tours de service.* — Les périodes sont établies comme suit :

Pour les tours de service des trains directs : six jours de service actif, un jour de réserve et un jour de repos ;

Pour les tours de service des trains mixtes, directs et omnibus et pour ceux des trains omnibus : huit jours de service actif, un ou deux jours de réserve et un jour de repos ;

Pour les tours de service des trains de marchandises : huit jours de service actif, deux jours de réserve ou de service aux trains facultatifs, un jour de repos ;

Pour le service de montagne où l'on doit traverser de longs tunnels : le service doit être disposé de manière à donner, dans un mois, vingt jours de service et dix jours de repos, en calculant les jours de réserve et à disposition comme demi-journées. En général, il ne doit jamais y avoir moins de quatre jours par mois de vrai repos.

Dans les tours de service où le mécanicien quitte le service au matin pour le reprendre avant le midi du jour suivant, ledit mécanicien n'est pas obligé d'assister en personne au lavage de sa locomotive.

Service de réserve dans les gares.

Ce service n'est pas interrompu, mais n'exige que la présence continue du mécanicien dans la gare, excepté deux heures pour le repas du midi, et une heure pour celui du soir, repas dont le moment sera fixé d'accord avec le chef du dépôt ou le chef de gare, dans la période du moindre mouvement des trains.

Dans le cas de secours ou de double traction des *trains de voyageurs*, le mécanicien de réserve est obligé de prendre service à toute heure jusqu'à la première station où se trouve une locomotive de réserve, pourvu que celle-ci soit disponible.

Pour tout autre service de manœuvre ou de trains facultatifs ou de double traction des trains de marchandises, on doit respecter la prescription des huit heures d'intervalle du service actif des machines.

Pendant la réserve de vingt-quatre heures, le mécanicien doit avoir un repos non interrompu de 10 heures, y compris celles du repas si elles viennent à tomber dans les heures du repos.

Service des manœuvres permanentes.

On l'établit selon les exigences du service.

La période est de quatorze jours de service et un de repos (pour les mois de trente-un jours, le trente-unième sera compté comme jour de repos) pour les locomotives qui ne font le service que pendant le jour.

Le travail maximum par jour est de quatorze heures, y compris celles du repas. Le mécanicien n'est pas obligé d'assister en personne au lavage de sa locomotive dans les jours de repos.

Pour les locomotives permanentes en service continu de jour et de nuit, les mécaniciens font service alternatif pendant le jour et pendant la nuit ; et on concède alors un jour de repos en plus pour chaque mois.

Service des trains de marchandises facultatifs et spéciaux.

En maintient les dispositions fixées pour les tours des trains de marchandises, c'est-à-dire :

Parcours mensuel, 2,600 à 3,000 kilomètres ;

Le maximum de service actif sur la machine est de quatorze heures ;

Pour chaque vingt-quatre heures, on aura un repos non interrompu de huit heures ;

Période de travail : dix jours de service et un de repos.

Lorsque les circonstances de l'horaire ou le manque momentané du matériel mobile ne permettent absolument pas qu'on observe pour les tours de service des locomotives les dispositions exposées, les chefs de dépôt doivent pourvoir à la substitution du personnel pour qu'il puisse jouir du repos indispensable.

3^e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT NÉERLANDAIS

A. — *Meilleure utilisation des machines.*

Dans notre opinion, les moyens d'obtenir la meilleure utilisation des machines sont :

- 1° Un minimum de types de locomotives de bonne et simple construction ;
- 2° L'application de primes pour le bon entretien journalier des machines et la réparation minutieuse dans les ateliers centraux ;
- 3° L'installation et l'organisation parfaite des ateliers.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

DÉSIGNATION DES MACHINES.	CYLINDRES.	Kilomètres parcourus en moyenne entre chaque grande réparation.	
		Réseau du Nord.	Réseau du Sud.
1. Machines à voyageurs (74 locom.) . .	Intérieurs	30.600	35.700
2. — — (50 — . .	Extérieurs.	31.800	37.700
3. — à marchandises (48 locom.) .	Intérieurs.	26.500	23.600
4. — à voyageurs et à marchandises (100 locom.) (type universel) . .	Intérieurs.	"	56.600

B. — *Juste distribution du travail en tenant compte des différentes saisons, de la complexion du service et des conditions hygiéniques des zones parcourues.*

Notre système est d'éviter autant que possible que le personnel marié passe la nuit loin de sa famille.

Dans le but de diminuer la débauche et les maladies, nous faisons rentrer le personnel autant et aussitôt que possible dans sa résidence.

La juste distribution du travail n'est pas perdue de vue, mais le service et le matériel ne la permettent pas toujours.

Chaque locomotive a parcouru, en 1885, en moyenne 36,900 kilomètres, dont 4,340 pour les manœuvres dans les stations.

4^e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

A. — *Meilleure utilisation des machines.*

Le Congrès des chemins de fer qui s'est réuni à Bruxelles en 1885 a exprimé le vœu de voir étudier les moyens d'augmenter l'utilisation des locomotives en affectant à celles-ci plusieurs personnels.

Dès le mois de mai 1886, notre Administration a prescrit d'effectuer des essais, dans l'ordre d'idées indiqué par le Congrès, sur les trains de marchandises de la ligne de Schaerbeek à Arlon, qui se prêtait particulièrement bien au roulement à double équipe.

Il existe, en effet, sur cette ligne quatre remises aux locomotives — celles de Schaerbeek, Namur, Jemelle, Arlon — qui la divisent en sections d'à peu près égale longueur.

Sur chacune de ces sections, le service des locomotives est d'une durée moyenne de dix heures. On dispose donc, entre la rentrée et le départ de la locomotive, d'un stationnement suffisant pour la réapprovisionner d'eau et de charbon, la remettre en pression, la visiter, la nettoyer, etc., toutes conditions qu'il est nécessaire de pouvoir réaliser pour une bonne organisation du service à double équipe.

En outre, ces stationnements sont généralement suffisants, pour qu'en cas de retard dans le départ ou l'arrivée des trains, il n'en résulte pas de désorganisation trop rapide du service.

Enfin, les trains de marchandises se présentent dans des conditions telles que les trains de jour trouvent leurs correspondants comme trains de nuit.

Au 1^{er} janvier 1887, le service à double équipe de la ligne de Schaerbeek à Arlon s'étendait déjà à environ 120 machinistes.

Sur la section de Namur à Jemelle, notamment, tous les trains de marchandises étaient assurés par des locomotives desservies par deux personnels.

A cette date, nous avons retiré du service environ 60 locomotives appartenant pour la plupart à des types surannés, provenant d'anciennes Compagnies exploitantes et ne répondant plus qu'imparfaitement aux conditions actuelles du trafic.

Le parcours mensuel moyen des locomotives à marchandises de la ligne du Luxembourg, qui

n'était que d'environ 3,000 kilomètres, s'est élevé, pour le matériel de traction faisant partie du service à double équipe, à environ 5,800 kilomètres, soit près du double.

On craignait que des difficultés ne surgissent, quant au partage des primes de combustible et de matières de graissage, et que l'entretien des machines ne se ressentît du roulement à double équipe : le soin judicieux que l'Administration a mis à associer les machinistes semble devoir écarter ces inconvénients plus apparents que réels.

La répartition des primes au prorata du travail effectué par chacun des machinistes n'a donné lieu à aucune réclamation, et l'entretien courant des locomotives n'a pas diminué.

En somme, le roulement à double équipe semble devoir donner d'excellents résultats sur la ligne de Schaerbeek à Arlon et il sera étendu dans la limite du possible.

Il était plus difficile d'organiser un service à double équipe sur les autres lignes du réseau, les conditions que nous avons indiquées plus haut ne s'y trouvant généralement pas réunies.

Cependant, la question est mise à l'étude et des essais sont entrepris, en vue d'organiser des services à double équipe partout où les itinéraires des trains de marchandises le permettront.

Les trains de voyageurs ne peuvent que difficilement être assurés par des machines desservies à tour de rôle par deux personnels, le service des voyageurs se faisant principalement pendant le jour.

Toutefois, les chefs de district ont été invités à étudier les moyens de combiner des trains de voyageurs de jour avec ceux de nuit, de façon à les comprendre dans un même roulement de locomotives.

Les études se poursuivent dans cet ordre d'idées.

L'ingénieur en chef, directeur de la traction et du matériel,

I. BLANCQUAERT.

5^e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT SUÉDOIS

(PLANCHES XIV et XV)

Le service à équipes multiples a été exercé continuellement depuis un an sur une partie de la ligne du Nord du chemin de fer de l'État. Comme sur cette ligne, assez nouvelle, le personnel est moins sujet aux préjugés et aux coutumes invétérées, l'introduction du nouveau système a été facile, d'autant plus que dès l'inauguration du réseau en question, à plusieurs époques, ce système a été pratiqué spontanément par la direction de la ligne.

Nous pouvons constater :

Que l'entretien des locomotives n'a souffert en aucune sorte par le service à équipes multiples et que, par conséquent, les frais de réparation par kilomètre doivent rester les mêmes qu'au-paravant pour chaque locomotive employée ;

Que nous n'avons pas rencontré de difficultés dans la détermination pour chaque mécanicien de sa part due des quantités de combustible et d'huile consommées par chaque machine ;

Que le nombre des locomotives sur la ligne indiquée a pu être diminué en raison de 10 à 6 ;

Que les frais de traction pour le même service exercé ainsi par 6 locomotives au lieu de 10, ont été diminués de 5,600 francs par an, soit de 1,400 francs pour chaque machine mise en disponibilité ;

Cette réduction de dépenses est une conséquence de l'économie dans l'éclairage, le chauffage et le nettoyage des remises, ainsi que dans le chauffage et le nettoyage des machines restées en service ;

Que le nouveau système de roulement des mécaniciens donne une plus grande liberté à l'arrangement du service du personnel, et que nous avons pu étendre le temps quotidien d'exercice des équipes de façon à compenser les frais causés par l'augmentation du personnel chargé de la surveillance des locomotives dans les remises.

En effet, il nous semble axiomatique que l'exercice à équipes multiples demande l'exemption du mécanicien de toute surveillance ou réparation de la locomotive du moment où le service sur

les rails est terminé. Il reçoit sa machine en bon ordre et il n'a qu'à faire sa déclaration en arrivant, s'il a trouvé un défaut quelconque à la machine pendant le trajet.

Le service actuel des locomotives et du personnel sur la ligne en question est représenté par les tableaux graphiques des planches XIV et XV.

Jusqu'ici, nous avons toute raison de considérer l'introduction du nouveau système comme une réussite parfaite, et nous avons commencé à l'étendre sur toutes les lignes de l'État.

Stockholm, 3 juin 1887.

6^e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DU NORD DE L'ESPAGNE

(PLANCHE XVI)

Depuis le 1^{er} juin 1886, nous n'employons qu'une seule machine pour traîner chacun de nos express sur la ligne d'Irun à Madrid, entre Irun et Avila, soit sur une longueur de 513 kilomètres. Ce service était fait auparavant par deux machines. La machine est servie par deux équipes de chauffeurs et de mécaniciens qui se relayent à Burgos, point milieu du trajet. Jusqu'ici, nous sommes très satisfaits des résultats de ce nouveau système, et nous nous proposons de l'étendre à nos autres trains de voyageurs et aux trains de marchandises. L'avantage que nous trouvons à ce roulement est de nécessiter un moins grand nombre de machines pour un même trafic : nous pourrions donc faire face à des augmentations de transport assez fortes sans augmentation de dépense de matériel.

14 mai 1887.

Le directeur de la Compagnie,

BARAT.

Annexe. — Note sur le service des trains express entre Madrid et Hendaye.

Depuis le 1^{er} juin 1886, on a fait, sur les trains express qui circulent entre Madrid et Hendaye, des essais ayant pour objet d'augmenter le parcours annuel des machines locomotives. Ces essais, qui sont poursuivis, avaient donné au 1^{er} juin 1887 les résultats suivants :

Le parcours total ayant été de 373,680 kilomètres, on a pu obtenir des parcours mensuels de 10,380 kilomètres pour chacune des trois machines destinées aux trains dont il s'agit. Or, en tenant compte de ce que ces machines ne restent en service que pendant neuf mois avant d'entrer en réparation, le parcours que l'une d'elles effectuerait en moyenne et par an serait de 93,420 kilo-

mètres, tandis que le parcours annuel des machines de la même série, faisant un service ordinaire sans la combinaison que nous allons indiquer, serait de 47,000 kilomètres et il en faudrait six.

Les résultats dont nous venons de parler ont été obtenus en faisant faire par la même machine un trajet de 519 kilomètres, sans autres arrêts que ceux qui sont indiqués sur l'itinéraire. Mais comme le personnel ne pourrait faire un service aussi pénible, puisque la durée en serait de treize heures, il y a pour chaque machine deux équipes qui se relayent l'une l'autre à peu près au milieu de la distance à parcourir; l'une des équipes fait 4,980 kilomètres et l'autre 5,400 kilomètres par mois.

Ces essais sont d'autant plus intéressants qu'on avait à lutter contre certaines difficultés d'exécution. Ils ont été faits sur les trains express de Madrid à Hendaye dans la partie comprise entre Avila et Hendaye. Or, ces trains ont peu d'arrêts importants; en outre, le profil de la ligne est très accidenté, puisqu'il présente des rampes de 15 millimètres par mètre; enfin, la traversée des Pyrénées est comprise dans cette section. Il y avait donc des difficultés à vaincre pour conserver un feu en bon état sur un aussi long trajet et obtenir un service régulier.

Les trains dont il s'agit sont remorqués par des machines mixtes à cylindres extérieurs de la série 100. Elles ont 20.4 tonnes d'adhérence, 106.4 mètres carrés de surface de chauffe et 1.325 mètre carré de surface de grille. La charge varie de 96 tonnes sur rampes de 15 millimètres à 143 tonnes, et la vitesse de 35 à 60 kilomètres par heure suivant le profil.

La machine et la moitié des véhicules qui entrent dans la composition du train sont munis du frein à vide non automatique Hardy; l'autre moitié des véhicules n'a que des tuyaux de communication. C'est à Burgos, où le stationnement n'est que de cinq minutes, que se fait le changement de personnel.

Il résulte de ces essais qu'il est possible d'augmenter dans une forte proportion le parcours annuel des machines. Sur la ligne principale du Nord, on ne pourra néanmoins dépasser le chiffre moyen de 93,000 kilomètres, à cause de la qualité des eaux en certains points, laquelle ne permettra pas de faire parcourir à une machine plus de 65,000 à 70,000 kilomètres entre deux réparations.

Il est également possible de changer en route le personnel attaché au service de la machine, bien que l'on croie convenable, pour le moment, de ne pas avoir plus de deux équipes pour une même machine.

Le service des deux trains express qui circulent entre Madrid et Hendaye sera fait pendant l'été de 1887 dans les conditions indiquées.

Les inconvénients qui se sont présentés sont les suivants :

En cas de chauffage, d'avaries ou de mauvais état du feu, il est difficile de connaître l'agent sur qui retombe la responsabilité. D'autre part, on est obligé de confier la conduite des machines aux meilleurs mécaniciens pour éviter les accidents indiqués ci-dessus. En ce qui concerne l'influence que le nouveau service pourrait exercer sur le nombre des avaries de route, il n'y a pas encore d'opinion bien arrêtée à ce sujet, parce que les machines qui ont été affectées jusqu'à ce jour au service spécial dont il s'agit, étaient déjà sorties depuis quelque temps de réparation quand elles l'ont commencé, et que les essais n'ont pas duré assez longtemps.

DISCUSSION EN SECTION

(2^e SECTION)

Séance du 23 septembre (matin)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : LE MÊME

La séance est ouverte à 9 heures.

M. le Président. Suivant la décision que nous avons prise dans notre dernière séance, je vous propose, messieurs, d'aborder ce matin la question du roulement des mécaniciens. (*Adhésion.*)

La parole est à M. Banderali, qui a bien voulu se charger de rédiger l'exposé de la question.

M. Banderali. Je ferai un résumé très bref de la note que j'ai rédigée sur la question du roulement des mécaniciens et des machines, et qui a été insérée dans le *Bulletin* ⁽¹⁾. Vous avez pu voir, d'après la division de ce travail, que j'ai rendu compte de ce qui s'est passé non seulement à l'état d'essai sur différents réseaux, mais aussi à l'état de service réel, soit dans le nouveau, soit dans l'ancien monde. La division même du travail consistait à distinguer, en ce qui concerne les machines, trois genres de services : le service de la simple équipe, le service à équipe double et le service banal.

J'ai résumé dans quelles conditions ces différents services sont appliqués soit aux trains de voyageurs, soit aux trains de marchandises dans les différents pays;

(1) Voir vol. I, n° 8, août 1887, 4^e fasc., p. 855.

les circonstances qui facilitent l'application de l'un et de l'autre système dans chacun des cas où ils sont employés; les inconvénients qu'ils présentent en service effectif et les objections théoriques qu'ils soulèvent en dehors de la pratique.

Il y a là toute une série de questions que je crois avoir exposées avec le plus de lucidité possible et en fournissant le plus de faits à l'appui de ce que je disais. Le rapport se résume dans le dernier paragraphe, où j'ai mis en évidence quelques-uns des points qui semblaient pouvoir être discutés et sur lesquels l'opinion des ingénieurs qui composent cette section pourrait être très utilement connue. Ce résumé se trouve à la dernière page de la note qui a été distribuée : je m'y arrêterai un instant; il a été rédigé de la façon suivante :

« Quelles questions, quels thèmes de discussion en pouvons-nous utilement « dégager, qui méritent d'attirer l'attention du Congrès?

« Peut-être les suivants :

« 1° Rendement maximum du matériel moteur; ... »

J'ai pensé que sur ce point nous étions d'accord pour faire rendre le plus de services possible au matériel moteur.

La seconde partie de la question posée a trait au service du personnel.

« 2° Augmentation de la longueur et de la durée des parcours des équipes « simples; ... »

Ceci est une question intéressante, sur laquelle les avis sont partagés. On peut fixer, je ne dirai pas la limite, qui dépend de la nature des services, mais les principales circonstances où l'on a intérêt à augmenter la durée et la longueur des parcours plutôt que de recourir à un autre moyen pour utiliser mieux les locomotives.

« 3° Réduction des services de réserve; ... »

Dans le cours du travail que j'ai fait, cette réduction m'a paru être une des causes principales qui, aux États-Unis, permettent aux Compagnies d'avoir un nombre restreint de locomotives. La variabilité des services de réserve rend difficile la comparaison des parcours annuels des locomotives et du nombre de kilomètres attribués à chaque locomotive dans les différents pays.

« 4° Juste évaluation des kilomètres fournis par les machines de manœuvre; ... »

Il y a là encore une question qui varie suivant la nature du pays et le mode

d'exploitation. Telle Compagnie croit bien faire en réduisant à 10 kilomètres par heure les parcours effectués par les machines en manœuvre; d'autres trouvent que 6 kilomètres suffisent.

- « 5° Système de la double équipe;
- « 6° Système des machines banales; ... »

La question est de savoir quels sont les avantages et quels sont les inconvénients du système de la double équipe, quels sont les avantages et quels sont les inconvénients du système des machines banales.

Une seconde partie des questions examinées a trait au service du personnel.

Le service du personnel est tellement lié à celui des machines qu'il est impossible de l'en séparer. J'ai fait ressortir quatre points qui me paraissent devoir attirer l'attention de la section. Les voici :

- « 7° Juste distribution du travail du personnel en tenant compte des diverses saisons, de la complexion du service, et des conditions hygiéniques des zones parcourues;
- « 8° Bien-être du personnel, en route et en déplacement;
- « 9° Réduction au minimum du temps pris au mécanicien par les devoirs accessoires de sa charge, en dehors du service effectif en route;
- « 10° Réduction du nombre des nuits passées hors du domicile. »

Le bien-être du personnel préoccupe, à juste titre, tout le monde. Ce bien-être est soigné plus ou moins sur tous les réseaux.

En ce qui concerne le 9°, il y a là aussi un point qui est controversé ou, du moins, que la pratique démontre ne pas être envisagé de la même façon sur tous les chemins de fer. Il serait intéressant de se prononcer sur ce point, qui aura pour effet, sans doute, de rendre le travail des mécaniciens moins pénible si l'on s'arrange de manière à permettre au personnel de quitter la machine presque aussitôt son arrivée en gare et de n'y revenir qu'au moment du départ. Mais il ne faut rien exagérer. Un mécanicien ne peut pas arriver à la dernière seconde pour monter sur sa machine.

Il me semble, d'après le dépouillement des notes que j'ai reçues et surtout d'après la pratique anglaise ainsi que d'après la pratique américaine, qu'on peut réduire le temps passé par le mécanicien en dehors du service effectif.

Une question qui a surgi, et qui résulte de la statistique concernant le service des mécaniciens, regarde les nuits passées par eux hors de leur domicile. Dans

une note adressée à la Commission, l'attention avait été attirée sur ce point par les Néerlandais. Il m'a semblé qu'il n'était pas inutile de mentionner aussi l'intérêt économique qu'on peut avoir à combiner, si possible, des roulements de manière à ramener le plus souvent possible les hommes à leur domicile, quitte à employer des moyens nouveaux ou à changer les combinaisons de roulement qui sont en usage sur les divers réseaux.

Je n'ai pas trouvé dans le travail que j'ai préparé d'autres points qui me parussent mériter d'être traités. La discussion pourra en faire surgir. M. le Président ne manquera pas de les mettre en lumière et en discussion.

M. le Président. Voilà le rapport parfaitement résumé. Nous prendrons successivement les points que M. Banderali vient d'exposer. Nous avons d'abord le rendement maximum du matériel moteur.

M. Mayer (France). Voulez-vous me permettre, monsieur le Président, de dire quelques mots sur ce que j'appellerai la discussion générale? Elle pourra se restreindre beaucoup. J'aborderai ensuite les points qui ont été fort bien indiqués par M. le rapporteur. Du reste, je voudrais commencer par adresser mon compliment le plus sincère à M. Banderali. Je trouve son rapport tout à fait remarquable.

M. le Président. C'est notre opinion à tous.

M. Mayer. Nous sommes habitués du reste aux travaux de M. Banderali, qui sont toujours fort bien faits. (*Adhésion unanime.*)

M. le rapporteur divise les ingénieurs de la traction en deux grandes catégories : les partisans fanatiques de l'équipe banale et de la double équipe, et les fanatiques en sens contraire.

A ce propos, je me permettrai d'adresser amicalement un léger reproche à M. le rapporteur. Il a dit quelque part que ceux qui n'aiment pas le service de la double équipe ne l'ont jamais essayé.

Ceci m'a été très sensible, à moi personnellement et à beaucoup d'autres aussi sans doute, en ce sens qu'on n'a pas l'habitude, chez nous, de se former une opinion sans l'avoir contrôlée par les faits. Je ne suis pas opposé systématiquement à la double équipe. Nous l'employons sur certains points et il y a très longtemps que nos essais et nos applications ont commencé. Nous les avons multipliés successivement. M. le rapporteur cite lui-même les manœuvres de gare qui se font depuis longtemps, dans certains cas, avec deux équipes pour une seule machine. La machine ne travaille pas vingt-quatre heures, elle travaille vingt heures. Il y a

ensuite des heures de repos. Mais le même mécanicien ne peut pas faire tout ce travail. On a été amené ainsi à mettre deux équipes de mécaniciens sur ces machines-là.

Dans beaucoup d'autres cas, on a opéré de la même façon. Je citerai les petites lignes où l'on a mis une machine en navette avec dix-huit heures de service. Une même machine commence de bonne heure et finit tard, par la combinaison des trains à desservir. Un mécanicien ne peut faire un service si long tous les jours. Là encore, on emploie depuis longtemps deux équipes de mécaniciens et de chauffeurs pour une même machine.

Je veux dire qu'il y a, entre les deux extrêmes des partisans exclusifs d'une seule équipe pour la machine et des partisans convaincus, très chauds, très ardents du service contraire, une sorte de catégorie moyenne dans laquelle je me place et qui admet que, dans certaines circonstances, la double équipe s'impose, comme, dans d'autres cas, il vaut mieux conserver l'équipe unique.

Quant à l'équipe banale, elle a été essayée depuis longtemps en France, dans des moments de crise. Quand on s'est trouvé à court de machines, quand les mécaniciens ont eu des préoccupations autres que celles de leur service, dans des moments de révolution ou de crise politique, le service ordinaire n'a parfois pas pu être continué. Il a été remplacé par celui qu'il a été possible d'organiser dans ces cas-là, c'est-à-dire en faisant marcher ensemble les premiers mécaniciens libres et les premières machines disponibles.

Ceci, à ma connaissance, a été employé en France depuis longtemps, mais à l'état d'expédient, si je puis dire ainsi, et non pas comme un système à recommander. On en a reconnu les inconvénients.

Les mêmes règles ne peuvent pas s'appliquer à tout le monde. Je citerai un cas dont il a été question à propos des primes. Je veux parler des mécaniciens qui sont ouvriers et qui contribuent à l'entretien de leur machine. La situation n'est pas la même dans les Compagnies qui ont ce régime-là et dans celles qui ne l'ont pas. On cite l'exemple de l'Amérique et de l'Angleterre; précisément l'une et l'autre n'ont pas ce régime. Or, on conçoit qu'il est plus facile de séparer le mécanicien de sa machine quand il n'est pas chargé de la réparer que lorsqu'il a cette obligation de par les règlements que les Compagnies ont adoptés. Quand une Compagnie a ce régime-là, — et c'est le cas de la Compagnie de l'Ouest, qui l'a adopté après mûre réflexion, — on ne peut espérer qu'elle arrive rapidement à l'abandonner, à changer son personnel ou à en modifier l'utilisation. Il faudrait un grand nombre d'années pour cela. Et ce serait cependant la condition qui pourrait

rendre plus favorable ou moins défavorable l'application assez générale de l'équipe multiple.

D'un autre côté, on ne peut pas recommander à une Compagnie placée dans cette situation de négliger la faculté que possède chacun de ses mécaniciens de travailler utilement à l'entretien de sa machine, de faire abandon de cette faculté précieuse et économique pour se servir d'équipes banales.

Je crois donc que les situations sont divergentes dans les différents cas et que les avantages ou les inconvénients relatifs de l'équipe double ou multiple et de l'équipe unique varient considérablement d'un point à un autre.

Il y a une autre différence dont je voudrais parler : c'est la différence du prix du combustible. Nous avons reconnu, je crois, et il a été admis généralement dans la discussion des primes que les primes de combustible, notamment, devaient être individuelles, qu'il y avait intérêt à ce qu'elles le fussent, puisqu'il faut que celui qui a bien opéré soit récompensé et ne soit pas privé du bénéfice qu'il a mérité par la faute d'un autre qui aurait moins bien travaillé. Le même raisonnement s'applique aux primes d'entretien des machines.

Dans les pays où le combustible est cher, cette influence de la prime du combustible est très considérable sur le prix de revient total. Ailleurs, au contraire, où une tonne de combustible coûte 5 ou 6 francs — tel est le cas en Amérique et en Angleterre, — la question est toute différente. Si vous payez d'une part 5 ou 6 francs et d'autre part 25 francs, l'économie d'une tonne de charbon n'a évidemment pas la même importance dans un cas que dans l'autre. Si donc on était obligé d'augmenter la consommation du combustible pour adopter l'équipe banale, cela aurait moins d'inconvénient dans les pays où le combustible est à bon marché.

M. le Président. Il est entendu que ce que vous dites s'adresse à la banalité.

M. Mayer. Et un peu à la double équipe.

M. le Président. Très accessoirement.

M. Mayer. J'ai dit que nous avions la double équipe dans un certain nombre de cas. Nous l'admettons, peut-on dire, sans grand enthousiasme. Cependant, il y a des circonstances où la double équipe rend des services, où elle peut être utile, et alors nous nous en servons. Ces cas-là sont assez rares et, en toute hypothèse, nous ne recherchons pas outre mesure ce système, qui a une partie des inconvénients de l'équipe banale. Quand on met une double équipe sur une machine, on cherche à avoir deux hommes d'égale valeur. On les a jugés par la simple équipe.

Nous voulons aussi des hommes qui s'entendent bien et ne cherchent pas à se tirer aux jambes l'un l'autre.

Ceci est assez facile pour de petites lignes et pour des cas peu nombreux dans une grande Compagnie. Si on a un petit nombre de doubles équipes à installer, il est aisé de faire ce mariage. Avec un grand nombre, la chose serait plus compliquée.

M. le rapporteur a touché très justement la question du service des mécaniciens, qui doivent rentrer le plus souvent possible à leur domicile pour n'avoir pas à passer la nuit dehors. Mais il y a ici un point de vue qui s'impose absolument. Il y a, en effet, un certain nombre de nuits à passer dehors par les machines et par les mécaniciens. Des trains doivent circuler la nuit. Je ne connais qu'un moyen qui permette de réduire le nombre des nuits à passer dehors, chaque mois, par chaque homme : c'est d'augmenter le personnel. Hors de certaines limites, ce n'est pas un moyen à recommander; la dépense deviendrait trop considérable. Je le répète, il faut que le service se fasse. Que peut-on demander? Ce n'est pas qu'on ne le fasse point. On ne peut échapper à cette obligation. Mais, par contre, nous pouvons demander que le service soit réparti de telle façon que la charge ne pèse pas toujours sur les mêmes hommes et que les nuits passées au dehors ne soient pas consécutives. Aussi, au lieu de la formule ci-dessus, je préfère dire que les mécaniciens doivent ne pas être trop longtemps éloignés de leur point d'attache, que ce soit de jour ou de nuit.

Voilà, je crois, la formule qui rendrait bien ce que nous désirons tous. C'est ce que nous avons fait à la Compagnie de l'Ouest. Nous nous sommes préoccupés surtout d'une question qui n'a pas été peut-être bien abordée dans le rapport; c'est celle-ci : égaliser autant que possible les services des différents mécaniciens. Nous avons fait, non pas les équipes banales, mais un service un peu banal, si je puis me servir de cette expression.

Voici ce que j'entends par ce service banal : Nous faisons des groupes de 5, 8, 10 mécaniciens. Le mécanicien A fait le service n° 1 le premier jour; le deuxième jour, le service n° 2; le troisième jour, le service n° 3, et ainsi de suite; le mécanicien B commence au n° 2; le mécanicien C, au n° 3, etc.

M. le Président. Le roulement.

M. Mayer. Oui, mais le roulement ne se fait pas toujours de la même manière. En y apportant beaucoup de soins, on obtient souvent des résultats très satisfaisants, notamment au point de vue de l'égalisation des services. Les roulements,

généralement adoptés, n'astreignent pas le mécanicien à rester toujours sur la même ligne, à faire toujours la navette entre un point et un autre. Ils sont arrangés de telle façon que les mécaniciens font tous le même service après une période d'une dizaine de jours, par exemple, et que ce service, réparti sur les diverses lignes, aboutit à un point donné; de cette façon, on arrive à améliorer chacune de ces journées. Il n'y a pas de journées exagérées; il y en a qui sont un peu plus chargées, d'autres le sont moins et ces journées alternent entre elles ainsi qu'avec les jours de dépôt. Nous avons fait entrer dans la combinaison la longueur du parcours, et tout le monde a fait la même chose à l'origine, — les membres anciens de la section se le rappelleront bien, — on faisait des courses de machines extrêmement faibles. Nous avons eu 50, 60 kilomètres, qui étaient considérées comme une limite. Aujourd'hui, nous faisons très couramment 200 et 230 kilomètres, avec la même machine. Le même mécanicien va souvent d'un bout à l'autre d'une ligne de cette longueur et il revient dans la journée. Le service a été organisé de manière que la machine fait un trajet aussi long sans arrêt. De tels parcours rencontraient autrefois de grosses difficultés, à cause de la petitesse des organes, d'où résultaient des chauffages après un certain temps de parcours. Le matériel a été beaucoup perfectionné; les machines actuelles sont énormément supérieures aux anciennes sous ce rapport, et, par conséquent, comme je le disais tout à l'heure, elles poursuivent facilement leur course pendant plus longtemps sans arrêt ou avec un arrêt de quelques minutes.

Toutes ces considérations me permettent, je crois, de conclure que les services à plus d'une équipe ne sont pas toujours recommandables, et surtout qu'ils ne sont pas nouveaux; on les a expérimentés, et l'opinion que l'on a pu s'en faire n'a pas été prise légèrement, sans information. Ce n'est certainement pas une opinion « théorique », selon une expression du rapport.

M. Banderali. J'ai demandé la parole pour replacer la question sur le terrain où je pense qu'elle doit être posée et pour répondre à ce que vient de dire M. Mayer au sujet de mon rapport. Je le remercie des paroles aimables qu'il a bien voulu m'adresser au début de ses observations. Le mot de « fanatiques » qu'il a prononcé semblerait donner à mon rapport un caractère qu'il n'a pas, en ce sens que je suis le premier à reconnaître que les systèmes dont j'ai rendu compte ne sont applicables que dans certains cas et ne peuvent pas être étendus dans toutes les contrées. Par conséquent, il faut les appliquer judicieusement. Il ne faut pas avoir de fanatiques dans un sens plus que dans l'autre et c'est un mot dont je me

serais bien gardé de me servir. *Je n'ai visé, dans ce que j'ai dit, que les renseignements qui me sont parvenus.* Il résulte de ces renseignements, les uns privés, les autres parvenus à la Commission centrale, que les opinions favorables au système de la double équipe ou de la banalité étaient celles des personnes qui l'avaient essayé, et que les avis défavorables émanaient de personnes qui ne l'avaient pas expérimenté. M. Mayer déclare qu'il a essayé le système; mais il ne m'a pas fait parvenir sa conclusion. Ce que je dis dans mon rapport est l'exacte expression des indications dont j'ai disposé. Il y a une question plus haute. M. Mayer invoque, à l'appui de ce qu'il a dit, que, dans les manœuvres de gare, on a la double équipe. Je crois qu'il faut aborder franchement la question telle qu'elle est. Il n'y a pas à comparer le service des machines à double équipe en manœuvre de gare avec les essais que j'ai visés, avec un véritable service. Que sont les manœuvres de gare qui ont ce service spécial et dans lesquelles on voit la double équipe? Est-ce que cela peut s'appeler le système de la double équipe? On ne voit que les inconvénients d'un pareil service; on ne peut en apprécier les avantages. C'est une manière de juger le système qui est de nature à le détruire. Il n'y a pas à comparer un système de double équipe approprié aux manœuvres de gare avec un système de service courant tel qu'il est pratiqué sur les quelques lignes au sujet desquelles j'ai pu avoir des renseignements. J'ajouterai que, dans certains cas de presse, je le sais parfaitement, nous avons tous essayé plus ou moins le système de la double équipe; mais nous ne l'avons jamais fait, excepté pour quelques lignes spécifiées, dans des conditions qui nous permettent de savoir quels résultats il donne. Pour se prononcer sur la question de la double équipe, on ne peut se contenter de services tout à fait spéciaux, de services de gare, où les essais sont malheureux. Le Midi a fait un essai d'équipe banale; l'État belge entreprend en ce moment un essai d'équipe double, etc., etc. Voilà de vrais essais.

Nous n'avons pas de documents allemands. La première idée de cette discussion vient d'un travail fait par M. Rheimherr, du chemin de fer du Hanovre. Je ne doute pas qu'il n'y ait des services de ce genre en Allemagne.

Un membre. Je crois que les résultats qu'il a obtenus l'ont amené à abandonner ce système.

M. Banderali. M. Rheimherr ne m'a pas fait parvenir de documents. N'avais-je pas le droit de dire que les documents sur lesquels je me suis appuyé pour m'exprimer comme je l'ai fait me venaient de personnes d'opinions diverses, de

partisans d'un système nouveau et de partisans du statu quo? C'est l'exacte vérité. Dans ces documents, j'ai trouvé l'approbation du système par les personnes qui l'ont essayé. D'autres l'ont également expérimenté; elles se sont formé une autre opinion, je n'en doute pas, mais elles ne l'ont pas fait connaître.

M. Parent (France). M. Banderali dit, dans son rapport, que les chemins de fer français ont fait l'essai du roulement banal, d'une façon très heureuse, pendant trois années consécutives, dans un moment de disette complète de locomotives et de trafic intense. Malheureusement, la Compagnie du Midi n'est pas représentée officiellement ici. Nous le regrettons infiniment. Je crois que les renseignements qu'elle aurait pu fournir sont en désaccord absolu avec ce que dit M. Banderali. J'ai eu récemment la bonne occasion de passer quelques jours à Carcassonne et à Castelnaudary avec le représentant autorisé de la Compagnie du Midi. Il est résulté pour moi, de nos entretiens sur ce sujet, que l'expérience avait donné des résultats négatifs, non seulement au point de vue des dépenses d'entretien, comme l'a dit M. Banderali, mais même au point de vue des dépenses de combustible. Je crois donc qu'il ne faudrait pas s'appuyer sur l'expérience de la Compagnie du Midi pour recommander le système de l'équipe banale ou celui de la double équipe qu'elle s'est empressée d'abandonner aussitôt qu'elle l'a pu.

M. Banderali. Je demande à faire une rectification à l'occasion de ce que vient de dire M. Parent, à qui je me permettrai de citer, non pas des souvenirs personnels, mais une affirmation écrite, que je n'avais pas cru nécessaire d'invoquer. Avant que cette question fût soulevée, j'ai demandé des renseignements sur l'essai du système. La réponse date de mai 1883; par conséquent, elle n'est pas d'hier; elle a été rédigée bien près du moment où l'expérience se faisait et n'a pas été produite pour les besoins de la cause. En voici les termes exacts : « Il sera facile de se convaincre, par l'examen des tableaux de roulement, du grand nombre de trains dont nous avons pu assurer la conduite avec un nombre relativement restreint de machines. Ce service, fait dans ces conditions, a fonctionné chez nous pendant trois ans, à *notre entière satisfaction*, sauf en ce qui concerne l'usure des machines, que nous avons reconnue être un peu plus grande avec ce système qu'avec le système normal. »

Voilà l'opinion textuelle d'une personne des plus autorisées, sur le service banal. Ce ne sont pas là, je crois, des résultats négatifs.

M. Kossuth (Italie). Je demande à poser la question à un point de vue qui n'a pas encore été touché et qui peut-être nous mettra d'accord.

En principe, tout le monde a essayé le système des équipes multiples, volontairement ou involontairement.

M. Mayer. Oui.

M. Kossuth. Je l'essaye chaque jour, malgré moi, sur une très vaste échelle, dans une partie du réseau de la Méditerranée, où je suis le directeur de l'exploitation. Malheureusement, cette ligne, qui a environ 1,500 kilomètres, est affligée de fièvres pernicieuses. Pendant les mois de juin, de juillet, de septembre et d'octobre, j'ai dans mes dépôts 40 p. c. de malades. Je suis forcé ainsi de recourir, dans ces dépôts, au système des équipes multiples. Il me semble hors de doute que, dans ces dépôts, les machines sont plus mal entretenues que celles des autres dépôts. C'est presque une vérité à la Palisse. Il est inutile que je la démontre.

M. Mayer a fait allusion aux manœuvres de gare, qui sont presque toujours conduites dans les grands centres par deux équipes. Ce sont les machines les plus mal entretenues et celles qui consomment le plus. Ce résultat est d'autant plus défavorable pour le système des équipes multiples, que ces machines se trouvent sous les yeux des sous-chefs de dépôt, pendant que les autres machines n'y sont pas. Néanmoins, la question que pose M. Banderali est très importante. Elle doit être examinée à ce point de vue. Nous sommes, je crois, d'accord que les machines coûtent plus de manutention avec les équipes multiples. Le point qui devrait être étudié, qui ne l'a pas été, qui ne peut l'être qu'au moyen de données statistiques, est le suivant : L'argent que nous dépensons en plus pour maintenir une machine locomotive est-il ou n'est-il pas en rapport avec ce que nous consacrons à acheter une machine en plus ?

Avez-vous des renseignements à cet égard ? Je serais heureux de les connaître, parce que je n'en ai pas.

M. Mayer. Je crois qu'il n'y a pas une si grande différence que le dit M. le rapporteur entre le service des petites lignes à doubles équipes et les manœuvres de gare à doubles équipes, d'une part, et le service sur de plus grandes lignes, qu'il a bien voulu envisager, d'autre part. Ce qui limite la double équipe dans ses attributions, c'est qu'il faut, pour qu'on puisse l'employer, que la machine revienne à son point de départ, afin que le deuxième mécanicien puisse la prendre. Ceci est un avantage relatif pour l'équipe banale.

L'équipe banale n'a pas besoin de cette condition gênante. Je crois que les exemples que j'ai cités en ce qui concerne la double équipe ne sont pas aussi

éloignés qu'on veut le dire des points où l'on a fait un service plus étendu avec le même système. Tout cela est une question de chiffres. Je n'en ai pas trouvé beaucoup dans le rapport. Je ne sais pas si j'ai mal entendu au point de vue de l'économie à réaliser et des dépenses supplémentaires, selon qu'on emploie l'un ou l'autre système.

La double équipe ne s'applique que dans un petit nombre de cas. Cette application est limitée à ceux dont je viens de parler. La machine doit partir d'un point et y revenir dans un temps assez court pour le service d'un homme. Ceci oblige à sacrifier beaucoup d'autres choses pour égaliser les services des différents mécaniciens. C'est bien parce que la double équipe a une extension limitée qu'on a adopté l'équipe banale sur certaines lignes américaines. Comment mesure-t-on, dans le système de l'équipe banale, l'économie qu'elle procure ? Voici les chiffres que je trouve dans le rapport. Ils se réfèrent au seul exemple qui soit cité : une ligne américaine a employé 62 mécaniciens pour 50 machines. Cela fait, en nombre rond, un cinquième de machine en moins à faire construire.

On a donc économisé 12 machines. On n'en a construit que 50 au lieu de 62. Qu'est-ce que cela représente ? Une machine coûte, je suppose, 60,000 francs. Si vous avez un cinquième de moins à faire construire, vous avez 12,000 francs d'économisés. L'intérêt de 12,000 francs à 5 p. c. donne 600 francs. La machine fera, si vous voulez, un minimum de 30,000 kilomètres par an. L'économie ainsi faite procure une très faible somme, 2 centimes par train et par kilomètre au maximum.

Je sais bien qu'il faut y ajouter quelques installations de dépôts, mais le chiffre est moins élevé qu'on ne le croit. D'un autre côté, que représente une économie de 2 centimes par train et par kilomètre ? Une fraction minime. Si je ne me trompe, les augmentations de dépenses qui résultent, par exemple, de l'entretien et de la consommation du combustible sont infiniment plus importantes que ce gain de 2 centimes.

Obtient-on d'autres économies de cette façon-là ? Je ne le crois pas.

Le rapport tout entier est basé sur ceci : on diminuera les dépenses d'établissement. — D'accord, dans les limites ci-dessus, mais sur tous les autres points, notamment l'entretien des machines, la consommation du combustible, etc., M. le rapporteur, qu'il me permette de le lui dire, ne fournit aucun chiffre et se borne à plaider les circonstances atténuantes. Il dit : « Non, l'entretien n'est pas plus élevé ; la consommation est ordinaire ; il n'y a pas de dépenses anormales. L'entretien sera sans doute plus garanti aussi. » On n'a pas prétendu, que je sache, que le

système de la double équipe ou celui des équipes multiples eussent pour effet de diminuer les dépenses d'entretien par kilomètre. Je ne sais pas au reste sur quoi cela serait basé.

M. le Président. Sur le dossier.

M. Banderali. Sur les rapports qui sont annexés et sur les affirmations des ingénieurs qui, ayant essayé ou pratiqué les systèmes en question, nous ont transmis leur opinion. Je n'ai plaidé aucune cause, j'ai analysé des documents.

M. Mayer. Permettez. Qu'est-ce que l'entretien d'une machine locomotive? Si vous la prenez neuve et si vous en cherchez la dépense d'entretien pendant un an, vous allez trouver des chiffres extrêmement bas par train et par kilomètre. Ce que je voudrais savoir, c'est quelle est la durée de l'expérimentation d'une machine, quel est son état au commencement et quel est son état à la fin. Eh bien, je crois que, pour qu'une expérience semblable fût concluante, il faudrait non pas six mois ou un an, non pas même trois ans, mais sept ou huit ans, pour avoir un roulement complet, c'est-à-dire une machine ayant passé par toute la filière des réparations. Il faudrait notamment que des réparations eussent été nécessaires à la chaudière. On ne nous dit pas cela, et si les exemples cités ne rentrent pas dans ces conditions, je crois qu'ils ne sont pas absolument probants. Vient aussi la question de renouvellement. Je me suis laissé dire — je ne sais pas si c'est exact — que la durée que l'on attribue en Amérique aux machines locomotives est analogue à celle que nous prêtons tous aux rails du temps des voies en fer. C'est quinze ans. Au bout de quinze ans, les machines sont renouvelées. Or, pour amortir un capital en quinze ans, il faut une annuité de 5 p. c. En trente ans, qui est la durée que l'on pourrait admettre chez nous, il suffit d'une annuité de 1 1/2 p. c. C'est tout différent, et il faut remarquer que cette annuité doit être comprise suivant nos méthodes européennes, dans les dépenses d'entretien. En est-il bien ainsi en Amérique? Il est, je crois, permis d'en douter.

J'ai entendu raconter l'anecdote suivante : Une Compagnie américaine qui avait, au bout d'un certain nombre d'années, vendu ses machines pour en acheter d'autres, avait payé les neuves au prix de vente des anciennes. Je crois que ce sont là des cas spéciaux et qu'il ne faudrait pas trop s'appuyer sur de pareils faits; on risquerait fort d'aboutir à des déceptions. Du reste, le régime américain est si différent de celui que nous avons l'habitude de voir autour de nous, qu'on ne peut pas bien établir de semblables comparaisons. En Amérique, il n'est pas rare de trouver dans la manière de traiter ces questions-là, comme dans beaucoup d'autres, une

sorte de spéculation. Voici comment, par exemple, dans le fait relaté ci-dessus, les choses ont pu se passer : On aura conclu un traité avec un constructeur, en lui disant : Prenez nos anciennes machines, et, en échange, donnez-nous-en de nouvelles. Et il se peut très bien que, par des raisons étrangères à la question même de la valeur des machines, cette combinaison fût favorable aux deux parties.

Chez nous, voici ce qui se passe : Lorsqu'une machine a besoin d'entrer en grande réparation, le mécanicien devient disponible. On lui donne une autre machine; et non pas une fois, mais toujours, il supplie qu'on lui rende *la sienne* le plus tôt possible. Et néanmoins, quand il en reprend possession, il n'a plus sa prime d'entretien pendant un certain temps, puisque ce n'est qu'au bout d'un temps déterminé que la prime d'entretien recommence à fonctionner.

Nos premiers ingénieurs de traction donnaient à un mécanicien sa machine comme on donne un cheval à un cavalier. Il y a là pour le mécanicien une question de sentiment. Ce sentiment est-il bon, est-il mauvais? Il peut paraître un peu naïf; mais si on en retire un bon résultat au point de vue de l'entretien et des dépenses d'entretien, pourquoi se priverait-on d'un avantage réel?

M. Belleruche (*Belgique*). Je ne veux pas prendre la parole sur le fond même de la question. Je présenterai seulement une remarque que beaucoup d'entre nous ont déjà faite, à savoir que les adversaires de la double équipe parlent d'expériences qu'ils ont faites malgré eux, et non pas d'expériences entreprises dans un esprit d'organisation.

M. Delebecque (*France*). Il y a plusieurs choses à examiner : d'abord la double équipe. Elle est applicable d'une façon avantageuse dans certains cas particuliers, mais elle ne l'est pas dans la plupart des cas par une grande exploitation. Le mécanicien qui a quitté une machine et qui doit la reprendre après que la deuxième équipe a quitté son service, a attendu trop longtemps. Vous avez là une dépense de personnel plus grande que l'économie que vous avez réalisée.

M. Banderali. Nous avons à examiner la question sous plusieurs faces; pour que la discussion ne s'égare pas. Il est désirable, je pense, de continuer à préciser. Parlons donc d'abord des points qui ont été signalés; nous arriverons ensuite à la double équipe.

M. le Président. Pour arriver à un rendement maximum du matériel, il faut savoir comment on emploie les machines.

M. Banderali. Tout le monde est d'accord que, quand on a un matériel, il faut

tâcher de l'utiliser le mieux possible. On comprend qu'il y a un grand intérêt à n'avoir qu'un petit nombre de machines, outre l'avantage d'éviter des installations coûteuses, etc.

M. le Président. Ce qu'il faut obtenir, c'est un service régulier.

M. Delebecque. Oui, et ordinaire.

M. Banderali. Doit-on faire faire aux machines les plus grands parcours possible? Si on dit non...

M. Mayer. Personne ne peut dire non.

M. Henry (*France*). Ni oui. Il faut voir tout d'abord s'il n'en résulte pas une augmentation de dépense dans l'ensemble; dans ce cas, il y a intérêt évident à augmenter les parcours des machines, puisqu'il y a toujours avantage à avoir un matériel moindre. De plus, les machines s'usent plus vite, et on peut ainsi les remplacer par des types meilleurs, sans devoir sacrifier des machines en bon état. A égalité de rendement total de la machine, il vaut mieux l'user en peu d'années qu'en beaucoup.

M. Polonceau (*France*). Jusqu'à présent, on a toujours parlé de cette question de la double équipe au seul point de vue d'augmenter le nombre de kilomètres faits annuellement par une machine locomotive. Ce sont les dépenses totales du matériel de traction qu'il faut envisager, y compris le renouvellement de ce matériel.

Le point le plus important, c'est d'accroître la durée des machines locomotives.

La Compagnie d'Orléans a 214 millions de matériel roulant. Si nous ne faisons la réforme qu'au bout de trente ans, nous serions obligés, dans quelque temps, d'avoir pour 7 millions de renouvellement de matériel. Il faut, par tous les moyens, allonger la durée des machines locomotives, et par durée, j'entends le nombre total de kilomètres faits par les machines locomotives.

M. le Président. D'accord. Si vous faites en un an le parcours de deux ans, vous êtes dans de meilleures conditions.

M. Polonceau. C'est pourquoi il faut compter toutes les dépenses. Je crois que, dans les comparaisons faites des résultats obtenus, d'une part, sur les chemins de fer américains et, d'autre part, sur les chemins de fer en Europe, il y a eu certaines confusions. Nous savons combien il est difficile de comparer les dépenses

quelconques d'une Compagnie avec celles d'une autre Compagnie. Par diverses mesures prises successivement à la Compagnie d'Orléans, nous avons actuellement 85 machines de moins en service qu'en 1885 pour un parcours semblable de locomotives; on peut arriver, comme l'a très bien dit plusieurs fois mon collègue M. Henry, au même résultat par des procédés différents.

Il y a une chose qui est mieux faite en Amérique qu'en Europe : c'est la réparation des machines, en ce sens que les ateliers sont mieux organisés au point de vue mécanique et que les réparations se font plus rapidement. Si une machine ne reste que deux mois en grande réparation dans les ateliers, au lieu d'y demeurer de quatre à huit mois, comme c'est le cas général en Europe, du moins à la Compagnie d'Orléans, j'aurai une augmentation de rendement de la locomotive.

Je suis convaincu que les chiffres obtenus par les Américains, s'ils sont comparables aux nôtres, tiennent aux réparations faites plus rapidement, à des ateliers installés mécaniquement d'une façon plus avantageuse et à des moyens d'action plus considérables. J'ai cherché à comparer, d'après les rapports fort intéressants de MM. Baudry et Sauvage, les kilomètres parcourus par les machines sur le chemin de fer d'Orléans et sur le Pennsylvania Railroad. En éliminant les machines de réserve, que nous sommes forcés d'avoir en France, et en comptant les heures de manœuvre au même taux kilométrique qu'en Amérique, j'ai trouvé, à la suite d'une comparaison aussi exacte que possible, que, pendant les années 1884-1885-1886, nos locomotives auraient fait de 43,000 à 44,000 kilomètres en moyenne; tandis que sur le Pennsylvania Railroad elles n'en avaient fait que 35,814. D'après ce résultat, les Américains feraient moins que nous.

M. Delebecque. Il y a, d'ailleurs, dans le rapport dont vient de parler M. Polonceau et dans celui de M. Banderali sur son voyage en Amérique, un renseignement assez singulier. Il en résulte que, sur certaines lignes américaines où l'on fait les parcours de la simple équipe, les parcours totaux des locomotives sont aussi forts que ceux des Compagnies qui recourent à la double équipe. Ce n'est pas la multiplication des équipes qui augmente les parcours des machines.

M. Mayer. Pas toujours.

M. Banderali. On fatigue non pas les hommes, mais les machines. Le service des hommes n'est pas plus chargé dans un système que dans l'autre.

M. Delebecque. Je dis qu'il résulte des rapports publiés que, sur certaines

lignes où l'on pratique le système de la simple équipe, le parcours total annuel des machines est aussi grand que sur les lignes où l'on a la double et la multiple équipe.

M. Banderali. Cela peut être. Les étapes peuvent être plus ou moins longues.

M. Delebecque. Les chiffres sont cités tout au long.

M. Polonceau. C'est là ce qui me paraît rendre difficile la comparaison des résultats d'un pays avec ceux d'un autre. En Amérique, il n'y a pas de machines de réserve, comme l'a dit clairement M. Banderali dans son rapport. On peut évaluer de 18 à 20 p. c. la diminution de parcours. Ensuite, les heures de manœuvre sont comptées à 10 kilomètres, tandis qu'en Europe elles sont calculées à 5 kilomètres (à la Compagnie d'Orléans en tout cas). De ce fait, il y a 10 p. c. de diminution de parcours, donc ensemble 30 p. c. Il y a d'autres faits encore. Ainsi, par exemple, à la Compagnie d'Orléans, les machinistes font (s'il y a lieu) quinze minutes de manœuvres au départ et à l'arrivée sans qu'on leur en tienne compte; il n'est tenu également aucun compte des manœuvres en cours de route; il n'en est pas ainsi dans toutes les Compagnies. La plus grande vitesse des trains en général fait naturellement que les machines accomplissent plus de parcours. Les machines express font plus de parcours que les autres. Enfin, il faut considérer que, le trafic étant beaucoup plus intense et les distances beaucoup plus grandes, il est facile de faire exécuter par les machines un parcours plus considérable. En effet, le temps perdu au départ et à l'arrivée est diminué.

M. Henry. On vient de parler de comparaisons entre ce qui se passe dans un pays et ce qui se pratique dans un autre. Je crois que de semblables comparaisons ne peuvent pas donner de résultats positifs et certains. Il faut comparer les résultats que l'on aurait sur un même réseau avec le système d'un pays et celui d'un autre. C'est sur ce terrain-là que nous devons faire porter la discussion. Les conditions d'exploitation, les heures des trains, les distances à franchir par les machines sont des éléments dont on ne peut tenir compte dans un débat comme celui-ci et qui font que les réseaux ne sont pas du tout comparables les uns avec les autres.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que nous nous sommes inquiétés, au chemin de fer de Lyon, de ces questions de la simple équipe, de la double équipe, de l'équipe multiple et de la machine banale. Il y a deux ans déjà que nous les avons étudiées en nous plaçant à un point de vue spécial que voici : Avec le service de la simple équipe que nous pratiquons au chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, il nous

faut tant de mécaniciens, tant de machines. Avec la double équipe, il nous faudrait plus de mécaniciens et moins de machines. Avec la machine banale, nous n'économisons pas un seul mécanicien, puisqu'ils font le même service qu'en simple équipe, mais nous économisons des machines. Il reste alors à peser le pour et le contre, à voir si les machines économisées compensent les mécaniciens ajoutés et les autres inconvénients du système.

C'est sur ce terrain qu'il faut nous placer quand nous donnons ici des renseignements. J'insiste sur ce point, car il suffit de passer du nord au sud d'un réseau pour que les indications qu'on peut donner ne soient plus comparables. Si je voulais appliquer le système de la double équipe sur la partie nord du réseau de Paris-Lyon-Méditerranée et sur la partie sud, j'obtiendrais des résultats très différents. Je reviens toujours à ceci : c'est que pour avoir des renseignements bien précis, des conclusions bien exactes, il faut voir ce que donne un service sur un réseau et ce que donnerait un autre service sur ce même réseau. Il faut comparer entre eux les nombres de machines et de mécaniciens nécessaires.

Nous pourrions discuter très longuement sur la question de savoir si l'entretien coûtera un peu plus, un peu moins, si la consommation du combustible ne sera pas un peu plus forte, un peu plus faible, sans avancer beaucoup le débat, car nous n'avons pas de données assez précises sur ces points-là. Mais ce qui importe le plus, ce qui doit dominer le débat, c'est de savoir si on peut faire des économies sur l'ensemble du personnel et du matériel. C'est dans cet ordre d'idées qu'il conviendrait de poursuivre la discussion.

Nous sommes d'accord sur ce premier point qu'à égalité de rendement total d'une machine, il convient d'augmenter son parcours journalier le plus possible. Nous pouvons examiner maintenant les moyens qui permettent d'arriver à ce résultat, soit avec le système de l'équipe simple comme l'indique le 2^e du rapport de M. Banderali : *Augmentation de la longueur et des parcours des équipes simples*, soit avec tout autre système.

En ce qui concerne l'influence de la longueur des parcours des équipes simples sur le nombre des machines nécessaires pour faire un service donné, voici ce que l'expérience du réseau de Paris-Lyon-Méditerranée permet de dire.

Depuis quelques années, nous avons dû déplacer un certain nombre de dépôts qui gênaient l'extension des gares. A cette occasion, nous avons été amenés à examiner si la position de ces dépôts était la meilleure possible, et pour cela nous avons comparé les rendements kilométriques du personnel de tous nos dépôts. Nous avons ainsi reconnu que les dépôts qui faisaient des courses d'une longueur

déterminée pour un même service de trains de même nature, de même vitesse, avec les mêmes machines, de Paris à Marseille, présentaient des différences considérables de rendement. Ces différences atteignaient jusque 20 et 25 p. c. entre deux dépôts qui ne différaient sensiblement que par la longueur de la course à faire. Quand nous passions d'une course de 75 kilomètres à une course de 120 à 140 kilomètres, nous constatons un avantage qui atteignait 25 p. c. en faveur du dépôt qui faisait la course la plus longue.

Cette constatation ne pouvait conduire à d'autre conclusion que celle-ci : c'est que nous devons remplacer les petits dépôts trop rapprochés par de grands dépôts plus espacés. C'est ainsi que nous avons supprimé successivement les dépôts de Montereau et de Tonnerre, pour les remplacer par un dépôt nouveau à Laroche, que nous avons déplacé celui de Dijon et supprimé celui de Macon pour les remplacer par un grand dépôt nouveau à Dijon. De même, les dépôts de Valence et d'Arles ont disparu pour faire place à celui d'Avignon. Ceux de Carnoules et de Pertuis disparaîtront aussitôt que le dépôt de Marseille sera suffisamment agrandi.

Ces suppressions ont eu lieu progressivement depuis quatre à cinq ans. Sur l'ensemble de la grande ligne de Paris à Marseille, pour le même service que précédemment, nous avons ainsi économisé certainement 60 ou 70 machines et autant de mécaniciens.

Je vous indique ces chiffres à l'appui de l'opinion que j'ai émise d'une façon très précise : c'est qu'en augmentant la longueur des parcours...

M. le Président. Des étapes.

M. Henry. ...dans une certaine limite, on peut arriver à réduire, dans une forte proportion, le nombre de mécaniciens en service sans les fatiguer davantage, je dirai plus, en les fatiguant moins.

M. le Président. Pour le service des voyageurs?

M. Henry. Et pour celui des marchandises aussi.

En ce qui concerne le service des marchandises, nous sommes arrivés à faire d'une traite la route de Lyon à Dijon, près de 200 kilomètres.

M. le Président. Vous avez peu de travail en route, peu d'arrêts dans les stations intermédiaires?

M. Henry. Aussi peu que possible. La vitesse des trains a été augmentée. Les

trains de marchandises marchent à 36 kilomètres à l'heure entre Paris et Lyon. Les arrêts et les garages obligés devant les trains plus ou moins rapides font que les séjours des mécaniciens sur les machines sont de six à neuf heures et même un peu plus pour les marchandises. Pour les voyageurs, nous avons des courses plus longues. De Marseille à Vintimille, on compte près de 260 kilomètres que nous faisons d'une traite avec les rapides. Nous faisons tous les trains de voyageurs directement de Marseille à Nice sur 225 kilomètres.

Par la concentration des petits dépôts dans les grands, qui nous a permis d'avoir de nombreuses équipes devant suivre le même roulement, — nous avons dans ces dépôts des équipes de 40 à 50 mécaniciens; — par l'agglomération des services, par l'augmentation des courses dans une certaine mesure, nous avons diminué beaucoup le nombre des mécaniciens et des machines en service sur notre réseau.

Voilà un premier point que je tenais à bien préciser.

M. le Président. Sous ce rapport, je crois qu'il n'y a pas de doute dans notre esprit.

M. Banderali. Aucun : pourvu qu'en allongeant les étapes, on n'aille pas au delà des forces du personnel.

M. le Président. Non seulement les forces des hommes, mais aussi le temps des parcours.

M. Polonceau. Je suis de l'avis de M. Henry. Je ferai seulement une distinction : dans certains cas, la chose n'est pas possible pour quelques Compagnies, quand la dimension des surfaces de grille et celle des surfaces de chauffe ne sont pas suffisantes pour permettre ces longs parcours. La machine qui a une surface de grille insuffisante s'encrasse. Au bout de 120 kilomètres, il est impossible de continuer à s'en servir.

Il en est de même pour les surfaces frottantes des diverses pièces des locomotives. Si les machines ont une tendance à chauffer, on a un service irrégulier, tandis qu'en les arrêtant tous les 120 kilomètres, on arrive à des résultats meilleurs au point de vue de la régularité du service, question qui prime tout.

M. le Président. Ce sont les conditions à rencontrer dans les projets qu'on fait.

M. Henry. Pour pouvoir augmenter les courses, il faut nécessairement que le matériel s'y prête.

M. le Président. Lorsque nous avons à faire les projets de matériel nouveau, nous devons rechercher la possibilité de réaliser cela.

M. Banderali. Lorsqu'on aura à faire le choix de l'emplacement des dépôts, il faudra se préoccuper de la longueur des courses.

M. le Président. Et également, au point de vue de l'utilisation du personnel et du matériel, d'avoir les étapes le plus longues possible.

M. Polonceau. Autant que le type du matériel le permet.

M. Mayer. Vous voyez, messieurs, par la série des exposés qui nous ont été faits, qu'il y a ici non pas une ou deux questions, mais une quantité considérable de questions en jeu. Cela dépend d'une foule de choses. Les renseignements qui viennent de nous être fournis sont très intéressants. Seulement, ils ne sont pas applicables partout. Ils peuvent être appliqués sur les grandes lignes; ils ne sont pas utilisables sur les petites lignes. Tout cela ne peut pas être généralisé. M. Henry a émis le vœu d'arriver à préciser la question. Nous n'arriverons pas à une solution précise, parce qu'il y a non pas une question, mais plusieurs.

M. Henry. Je n'ai pas voulu indiquer une solution unique, car je suis persuadé qu'on peut bien faire tout en faisant de différentes manières.

M. Delebecque. Le parcours moyen des machines dépend du nombre de trains de la ligne exploitée. C'est pourquoi je dis que vous ne pouvez faire un parcours supérieur à un certain chiffre, parce qu'il n'y a pas de trains permettant d'aller plus loin.

M. le Président. Pour les machines de réserve, nous sommes d'accord qu'il y a avantage à les maintenir à feu le plus longtemps possible...

M. Banderali. Afin d'en réduire le nombre.

M. le Président. ...et de les faire travailler le plus possible dans la journée.

M. Banderali. Donc, réduction du service des réserves.

M. le Président. Nécessairement; du moment où vous allongez les étapes, vous diminuez le nombre des machines de réserve.

M. Henry. Cette institution des machines de réserve n'existe pas dans tous les pays. Elle est obligatoire en France. Voici *grosso modo* quelle est notre réglementation.

Nous devons maintenir en permanence, prêtes à partir avec le personnel, un certain nombre de machines dites machines de secours. Elles sont placées dans des gares déterminées autres que des dépôts, afin que si un train tombe en détresse, on puisse, à l'aide d'un télégramme, appeler la machine de secours. En général, sur le réseau Paris-Lyon-Méditerranée, on n'établit pas les machines de réserve à poste fixe. Une machine du roulement passe vingt-quatre heures dans une gare et reste à sa disposition pour secourir les trains en détresse. Quand elle ne sert pas à cet usage, on l'utilise comme on peut, aux manœuvres, par exemple, si elle n'appartient pas à un type trop lourd. Cette obligation, qui nous est imposée par l'Administration, d'entretenir continuellement sous pression des machines de secours dans certaines gares, fait que sur le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée, nous avons 103 machines qui ne font à peu près rien.

M. Delebecque. Il y a de ces machines qui ne font pas 50 kilomètres dans l'année.

M. le Président. Il devrait appartenir à l'exploitant de régler cette partie du service.

M. Banderali. Il me semble que ce serait un service à rendre aux Compagnies que de faire un peu d'agitation autour de cette question. Le service de réserve absorbe un effectif de matériel exagéré.

M. Henry. Il est certainement exagéré. Mais il ne faut pas chercher à le supprimer tout d'un coup, car il est nécessaire. D'ailleurs, nous ne réussirions pas. Quand les emplacements de ces machines ont été approuvés par le ministre, ce qui est le cas presque général, nous ne pouvons plus les enlever sans autorisation. S'il a surgi, dans le service, telles modifications qui les rendent inutiles, c'est à nous de nous pourvoir auprès de nos Administrations respectives pour en obtenir la suppression.

M. Banderali. C'est ce que nous avons fait au chemin de fer du Nord pour un certain nombre de réserves.

M. Polonceau. Nous avons obtenu à la Compagnie d'Orléans le retrait d'un certain nombre de machines de réserve, par suite de la rareté des secours nécessaires sur ces points, conséquence du bon entretien des locomotives.

M. le baron Prisse (*Belgique*). Il me semble que cette question des machines de réserve est indépendante des questions de la double et de la simple équipe.

M. Banderali. Il s'agit du rendement des machines.

M. le baron Prisse. Parfaitement. J'ai une seconde observation à faire à cet égard.

La question traitée à ce point de vue dépend de la construction des machines. Il y a aujourd'hui possibilité de supprimer ou de diminuer ce qui était indispensable il y a vingt, trente, quarante ans. Alors, les réserves, devenues inutiles par l'amélioration des machines, par l'agrandissement des foyers, etc., étaient nécessaires.

M. Belpaire le sait en ce qui nous concerne. Je le sais également par expérience. Il y a une grande différence sous ce rapport entre ce qui existe à présent et ce qui existait autrefois : la simple adjonction des télégraphes nous a procuré des facilités qui nous manquaient dans le temps. Quand un accident se produisait, il nous arrivait, quelquefois au bout d'une heure, un signal par un drapeau ou par une lanterne. Aujourd'hui, le télégraphe nous transmet à l'instant même la désignation précise d'un accident ou d'un arrêt. Souvent il se borne à dire : Au passage de tel train, ayez une machine prête.

Quand nous recevions jadis l'annonce très tardive, très incomplète d'un accident ou d'un dérangement grave, nous ressentions comme un coup de couteau. Aujourd'hui, les temps sont bien changés. L'importance des réserves est tout à fait différente avec des lignes à double voie ou avec des lignes à simple voie; elle varie aussi selon que le service est très actif ou que les trains se succèdent à de longs intervalles. Quand le service est très serré, le dérangement d'un seul train bouleverse tout. Jadis, nous étions à cet égard horriblement gênés. Le télégraphe nous fournit à présent des combinaisons qui étaient alors impossibles.

Dans ces conditions, la réserve s'imposait.

M. Mayer. Je crois, monsieur le Président, que, sur cette question spéciale, nous sommes d'accord avec M. le Secrétaire.

M. Kossuth. Nous sommes du même avis. Les ingénieurs chargés du service de la traction ne se montrent nullement disposés à maintenir des locomotives de secours qui, d'après les statistiques mensuelles, semestrielles ou annuelles, seraient inutiles.

D'autre part, nul de nous n'a envie de demander qu'on supprime toutes les locomotives de secours. Je ne sais pas au juste ce que nous devons faire. Déclarons-nous que les locomotives de réserve sont inutiles? Non. Voulons-nous qu'on en mette partout? Personne n'y songe. Nous devons nous borner à dire : Mettons

des locomotives de secours où elles sont nécessaires. Or, c'est ce que nous faisons. Il y a une autre question qui semble pouvoir être discutée parce qu'elle suscite des opinions disparates. Il y a des Compagnies qui ont des machines en réserve permanente. Nous admettons les locomotives de secours dans le roulement. Est-il plus utile d'avoir des locomotives de secours permanentes ou de les avoir en roulement de service?

M. le Président. La question est posée parce qu'il a pu y avoir des exigences excessives de la part du service de surveillance. Je crois que tout ce qui a été dit à ce sujet sera très utilement reproduit par la sténographie dans nos procès-verbaux. (*Adhésion.*)

M. Polonceau. On pourrait résumer le débat en disant que, comme dans différents pays les chemins de fer sont exploités sans réserves, le Congrès est d'avis, à l'unanimité, que la tendance générale est de supprimer le plus possible les réserves.

M. Delebecque. Les machines de réserve diminuent les parcours moyens des locomotives appartenant à des réseaux qui, comme le Paris-Lyon-Méditerranée, en comptent 103.

M. le baron Prisse. Vous pourriez résumer le débat en disant que le perfectionnement des machines a rendu les réserves moins nécessaires.

M. le Président. Il convient d'arriver à une juste évaluation des kilomètres fournis par les machines de manœuvre. Il serait utile peut-être que l'on se mit d'accord sur cette appréciation, afin qu'on pût comparer un chemin de fer à un autre, une exploitation à une autre au point de vue statistique.

M. Henry. Il serait difficile de fixer quelque chose à ce sujet. Il y a des gares où l'on manœuvre très vite quand on voit loin devant soi, il y en a d'autres où l'on est obligé d'aller lentement. On a pris une cote mal taillée de 6 kilomètres à l'heure chez les uns et de 8 ou 10 chez les autres. L'unité de coefficient serait intéressante au point de vue statistique; mais si, par la force des choses, ce coefficient ne doit pas être le même partout, on aura une statistique, mais elle sera fausse. Il est inutile de faire de la statistique, si elle ne porte pas sur des faits comparables.

M. Kossuth. Les données sont si variables, qu'il y a quelques années, sur le réseau de la Haute Italie, le service de la traction et de l'exploitation ayant discuté des questions relativement aux manœuvres, on a appliqué à une machine un comp-

teur de tours de roue. On a trouvé que le résultat variait de 4 à 7 kilomètres à l'heure. C'est si variable qu'il est difficile de dire quelque chose à cet égard.

M. Henry. On ne peut pas faire de comparaisons de réseau à réseau.

M. Delebecque. Et encore moins de pays à pays.

M. Polonceau. Il y a, en outre, à considérer les dispositions des gares. Ainsi, dans une gare qui a un service de plaques tournantes ou de chariots roulants, les manœuvres ne se font pas dans les mêmes conditions que dans celle qui n'a pas la même organisation. Dans l'une, on peut faire des manœuvres considérables, et dans l'autre pas. Il est des gares où l'on préfère mener de grandes masses de wagons, et, naturellement, avec plus de lenteur.

M. le Président. Nous pourrions émettre ce vœu que dans les comptes rendus des différentes exploitations, on ne portât comme parcours de matériel en route que le parcours réellement opéré, et qu'il fût entendu qu'on n'y fait pas entrer le service des manœuvres. Pourquoi ne pas en faire un titre séparé? Quand j'ai voulu comparer les résultats d'exploitation de différentes Compagnies, il m'est toujours resté un doute sur ma manière d'apprécier les manœuvres.

M. Delebecque. Il y a deux espèces de services de manœuvres. Il y a le service des manœuvres fait par des machines spéciales et qui peut ne pas affecter le parcours des machines. Mais vous avez des machines pour le service des marchandises qui font des quantités de manœuvres très variables. Par conséquent, le parcours des machines est affecté dans certains réseaux par le service des manœuvres. Il est presque impossible de comparer deux parties d'un même réseau.

M. le Président. Disons, en général, que nous demandons que les résultats statistiques soient dégagés le plus possible de l'appréciation du travail des manœuvres.

M. Mayer. Il faut toujours arriver à un parcours moyen avec l'effectif total du matériel. On aura là un doute; il n'y a pas que les manœuvres de gare, il y a les manœuvres qu'on fait en route, il y a encore les garages des trains. On n'en fait pas en Amérique. Nous en opérons des quantités considérables. Nous avons, sur certaines lignes, des voies de garage dans toutes les stations. Cela entre dans le roulement des mécaniciens et des machines comme un facteur très important.

M. Banderali. Cependant, il faudrait dire quelque chose là-dessus. Nous

sommes d'avis qu'il faut apprécier le plus exactement possible les parcours kilométriques effectués par les locomotives pendant les heures de manœuvres.

M. Henry. La plupart des comptes rendus publiés distinguent les parcours des trains de voyageurs, ceux des trains de marchandises et ceux qui correspondent aux manœuvres.

M. le Président. Qu'entend-on par manœuvres? Il y a là un doute.

M. Polonceau. Il y a un point que les Compagnies n'apprécient pas de la même manière : je veux parler du temps que les machinistes consacrent aux manœuvres et qui ne leur est pas payé. Chaque machiniste, à la Compagnie d'Orléans, fait des manœuvres (s'il y en a à faire) pendant quinze minutes à l'arrivée et au départ, et on ne lui compte rien de ce chef comme parcours. Il n'est tenu également aucun compte aux machinistes des manœuvres en cours de route : il n'en est pas ainsi pour toutes les Compagnies.

M. le Président. Nous sommes arrivés au système de la double équipe.

M. Henry. J'ai demandé la parole pour indiquer le résultat de l'étude que nous avons faite de l'application de la double équipe au réseau Paris-Lyon-Méditerranée.

Tout d'abord, je crois devoir répondre un mot à une remarque faite tout à l'heure. On nous a dit que nous étions des adversaires convaincus des systèmes de la double équipe et de la machine banale, bien que nous ne les eussions ~~pas~~ essayés ou que nous ne les eussions essayés que malgré nous. Si nous ne les avons pas essayés, nous nous sommes livrés à une étude qui nous a démontré que nous n'avions pas intérêt à les expérimenter; nous ne nous laissons pas entraîner, dans des questions d'économie de service, par des considérations de sentiment ou par des idées préconçues.

M. le Président. Cela n'est dans l'esprit d'aucun de nous.

M. Henry. Ceci dit, je vais citer les résultats de l'étude dont je viens de parler.

Le système de la double équipe paraît devoir être surtout avantageux, s'il l'est, sur les lignes parcourues par un grand nombre de trains, où le service est le plus chargé. C'est en effet sur ces lignes que l'on peut trouver la plus grande facilité à organiser les allers et les retours des machines de manière à satisfaire à la condition indiquée par M. Mayer : c'est qu'il faut que le mécanicien n° 2 d'une machine ait le temps d'aller et de venir pendant que le mécanicien n° 1 se repose.

Je dis donc, messieurs, que c'est dans le cas où l'on aura le plus grand nombre de trains à sa disposition, pour bien utiliser les mécaniciens et les machines, qu'on pourra, avec les plus grandes chances de succès, tenter l'emploi de la double équipe. C'est pourquoi, ne voulant pas faire le travail pour tout l'ensemble du réseau Paris-Lyon-Méditerranée, j'ai limité mon étude à la partie comprise entre Paris et Avignon. Au moment où j'ai fait cette étude, en novembre 1885, — je ne pensais pas alors avoir l'honneur de venir en apporter les résultats au Congrès, à Milan, — il nous fallait, avec la simple équipe, 56 mécaniciens et 56 machines pour faire le service de tous nos trains rapides, express, directs et de messageries, entre Paris et Avignon. Ce sont ces trains qui sont réunis en une même équipe dans chacun des dépôts.

J'ai fait étudier les roulements à la double équipe avec le plus grand soin; ils ont été remaniés de toutes les façons possibles pour les améliorer. Ces roulements achevés, nous avons trouvé qu'il nous faudrait, dans le système de la double équipe, 72 mécaniciens et 38 machines. Or, nous avions 56 mécaniciens et 56 machines. Par conséquent, nous étions obligés de mettre en service 16 mécaniciens de plus et 18 machines de moins. En 1885, la moyenne totale des sommes touchées à titre de traitement fixe, de primes et de frais de déplacement était, pour un mécanicien et un chauffeur, de 5,952 francs, soit en chiffres ronds 6,000 francs. L'intérêt et l'amortissement d'une machine du type qui servait à faire le service, en supposant que la machine dure trente ans et en tenant compte de l'intérêt du capital à 4 p. c., taux auquel les Compagnies de chemins de fer françaises placent leurs obligations, coûtaient 5,500 francs environ.

D'une part donc, nous augmentions notre dépense de 16 mécaniciens à 6,000 francs; d'autre part, nous économisions 18 machines à 5,500 francs.

Je vous laisse le soin de faire le calcul et de voir que nous n'avions, au point de vue des dépenses de personnel, d'intérêt et d'amortissement du matériel, aucune espèce d'avantage à adopter la double équipe.

Restaient, contre le système, toutes les objections qu'on a pu faire en ce qui concerne la consommation plus grande de combustible, l'augmentation des frais d'entretien et tous les autres inconvénients reprochés à la double équipe. La seule chose que nous aurions gagnée à adopter le système de la double équipe aurait été de diminuer le capital de premier établissement et d'économiser ainsi 99,000 francs par an; mais nous perdions certainement 96,000 francs sur le personnel. Nous perdions de plus tout ce que le système de la double équipe peut coûter, soit comme plus forte consommation de combustible, soit comme augmen-

tation des frais d'entretien de la machine. Si nous ne pouvons donner une évaluation exacte de ces derniers éléments de perte, il nous semble certain qu'il y a réellement perte, perte faible peut-être, si le service est bien fait, bien surveillé comme en Amérique, mais perte certaine en tout cas, car la double équipe ne peut diminuer la consommation ni l'entretien. Aussi, avons-nous conclu à ce que la double équipe ne devait pas être appliquée dans le cas que nous avons étudié. Et comme ce cas était celui qui devait lui être le plus favorable, nous avons conclu qu'elle ne pouvait être adoptée sur notre réseau.

M. Delebecque. Je poserai une question à M. Henry, à propos du service de la double équipe. Il nous a donné des renseignements très intéressants sur le service entre Paris et Avignon. Je prends un dépôt intermédiaire comme Dijon. Vous avez beaucoup de lignes d'embranchement. Le mécanicien du dépôt de Dijon doit faire non seulement le service des grandes lignes, mais encore celui des lignes accessoires. Comment arrangez-vous le service de la double équipe pour que le mécanicien qui part de Dijon ou de Paris, à destination de Pontarlier, trouve son copain au point extrême? Spécialisez-vous davantage le service?

M. Henry. Nous avons examiné la question en ce qui concerne le service des express sur la grande ligne seulement. Actuellement, ce service est nettement séparé de celui des autres trains qui sont dans d'autres roulements comprenant les trains d'embranchements.

M. Delebecque. Pour le service des marchandises, c'est le même personnel, qui va tantôt sur une ligne, tantôt sur une autre.

M. Henry. Je n'ai pas examiné le cas des marchandises. J'ai choisi le service qui, à première vue, permettait d'obtenir de la double équipe les meilleurs résultats.

M. Delebecque. Je ne me rappelais pas que vous eussiez spécifié cela pour les trains rapides. Ce serait pour les trains de marchandises un inconvénient sensible, en ce sens que cela spécialiserait le service et le personnel. Sur les grands réseaux, il est utile, sinon nécessaire, que le personnel connaisse parfaitement la plus grande étendue possible des lignes.

M. Mayer. Il faut égaliser les services.

M. Henry. Les chiffres que j'ai donnés tout à l'heure au sujet de la longueur de nos courses montrent que la double équipe est inapplicable pour notre service

des marchandises de Paris à Lyon. La durée de ces courses atteignant neuf heures, le mécanicien n° 1 devrait attendre plus de dix-huit heures avant de reprendre sa machine et il ne ferait que trop peu de parcours.

La double équipe ne serait applicable, avec les courses longues, qu'aux trains de grande vitesse, et encore, dans l'exemple que j'ai choisi, demande-t-elle 16 mécaniciens, c'est-à-dire 28 p. c. de plus que la simple équipe et, par conséquent, diminue-t-elle le service journalier de chaque mécanicien de 28 p. c.

M. le Président. D'après ce que j'entends, vous cherchez à vous défendre de ne pas faire emploi de la double équipe.

M. Henry. Non, M. le Président, j'explique seulement pourquoi elle ne présente pas d'avantage sur notre réseau.

M. le Président. Votre service ne comporte pas la double équipe. Nous avons à examiner s'il convient d'appliquer ce service quand il n'en résulte pas d'inconvénients sérieux pour le matériel.

M. Parent. Pas seulement pour le matériel, mais pour l'ensemble du service.

M. Polonceau. On discute une chose sur laquelle tout le monde est d'accord. La double équipe est applicable dans de certaines conditions.

M. le Président. Assurément; mais là où elle présente des avantages au point de vue du service, là où elle peut être arrangée de manière à y avoir recours, on peut l'employer utilement. Voilà le résultat de notre expérience en Belgique.

M. Banderali. Les calculs que M. Henry a faits avec soin et qui prouvent qu'il n'a pas avantage à employer la double équipe, peuvent être recommencés sur des données différentes par toute autre personne et donner un résultat différent. Il y a des cas où l'on a intérêt à ne pas développer le matériel et à augmenter le personnel.

M. Henry. J'ai fait ce travail non pas pour me défendre, je le répète, car je ne savais pas quel en serait le résultat, mais pour savoir si nous pouvions avoir intérêt à appliquer la double équipe. Il m'a démontré que nous aurions tort de l'appliquer au Paris-Lyon-Méditerranée. Mais je reconnais que, dans certains cas, la double équipe peut être avantageuse. Cependant il faut y regarder de près, et examiner chaque cas en particulier.

Pour terminer, je crois devoir préciser un peu le renseignement qui se trouve à la page 17 des tirés à part du rapport de M. Banderali et qui est extrait d'une

note que M. Baudry, ingénieur en chef adjoint de mon service, a rédigée à la suite d'un voyage qu'il a fait l'année dernière en Amérique.

Voici ce renseignement.

Tel service de trains express qui exige sur le New York Central 26 mécaniciens et 13 locomotives pourrait se faire par la méthode usuelle de la simple équipe, appliquée en forçant le plus possible le travail du personnel, avec 16 mécaniciens et 16 locomotives, soit 3 machines de plus et 10 mécaniciens de moins.

Nous avons pris ce service de trains tel qu'il est réglé en Amérique. Nous en avons fait le roulement avec la simple équipe, tel que nous le pratiquerions au Paris-Lyon-Méditerranée, et dans deux hypothèses, soit en serrant le service, soit en le laissant très large. Dans le premier cas, nous pourrions le faire avec 16 locomotives et 16 mécaniciens; dans le second cas, il nous faudrait 21 machines et 21 mécaniciens. La vérité se trouve probablement entre ces deux chiffres. Prenons 18. Avec la simple équipe, nous économisons donc 8 mécaniciens et nous mettons en service 5 machines de plus. Par conséquent, la partie du réseau sur laquelle la double équipe s'applique d'une façon normale en Amérique, pourrait être exploitée plus économiquement, au point de vue des dépenses de personnel et de matériel, par le système de la simple équipe tel que nous le pratiquons. Ceci vient encore à l'appui de ma conclusion, et je ne saurais trop répéter qu'avant de se prononcer sur l'utilité d'appliquer la double ou la simple équipe sur une section, il faut y regarder de près et faire avec grand soin les roulements pour chaque cas.

M. Parent. Nous avons fait cette expérience au chemin de fer de l'État français et nous sommes arrivés au même résultat ou à peu près. Notre réseau est divisé en trois arrondissements. A la tête de chaque arrondissement se trouve un ingénieur qui jouit d'une certaine autonomie. L'un de ces ingénieurs, qui est un convaincu, comme dit M. Banderali, de l'excellence de la double équipe, a désiré en faire l'essai sur quelques points convenablement choisis. Il a pris entre autres une petite ligne à voie unique, comportant un service en navette de trop longue durée pour une seule équipe. Eh bien, malgré ces circonstances favorables et le grand désir d'arriver à un résultat, l'ingénieur dont je parle a renoncé de lui-même à continuer l'expérience sur ce point, parce qu'il y avait économie à rattacher comme précédemment le service de cette ligne au roulement général du dépôt auquel elle aboutit. Je crois, cependant, qu'il existe des cas particuliers où la double équipe trouve son application, et nous l'employons même utilement à

l'État français sur quelques points spéciaux, mais c'est à titre absolument exceptionnel. C'est donc, je le répète, après l'essai fait par un « convaincu » que je repousse la double équipe en tant que principe. Ceci répond à l'observation de M. Belleruche qui a dit que nous avons peut-être, en France, des idées préconçues contre ce système.

M. le Président. Vous vous souviendrez, messieurs, que, lors du Congrès de Bruxelles, j'étais loin d'être convaincu de la bonté de la double équipe. Je craignais même que ce système ne donnât des résultats défavorables. Nous avons cru néanmoins utile de faire un essai sur la ligne dont le service comporte le plus l'utilisation de la double équipe, je veux dire sur la ligne du Luxembourg. Nous sommes arrivés à de bons résultats. Le chef de service, M. Masui, qui s'est occupé d'une manière spéciale de cette question, a pu mettre 75 machines de côté. Il a nécessairement écarté les machines qui étaient les moins avantageuses au point de vue du coût de traction et il a demandé le maximum de parcours aux machines du dernier modèle. C'était donc là déjà un avantage considérable au point de vue de la consommation du combustible. Il peut organiser son service en double équipe sans augmenter sensiblement pour ainsi dire le nombre de ses mécaniciens. Mais, je le répète encore, il s'agit d'un service tout à fait spécial.

M. Delebecque. Sur une ligne unique.

M. le Président. Sous le rapport de l'entretien de la machine, il trouve, au contraire, que les machines sont en meilleur état au point de vue de la chaudière. Les refroidissements sont extrêmement nuisibles. En général, quand on tire le feu à une machine et qu'elle est visitée, le visiteur éprouve le besoin de faire l'une ou l'autre petite chose. Moins les visites sont fréquentes, moins les travaux sont importants. Au point de vue des hommes, il est parvenu à accoupler les machinistes. Le service commun en ce qui regarde la conservation de la machine est parfait. Ces deux hommes soignent également leur cheval commun. Sous le rapport de la consommation aussi, on n'est pas astreint, quoique nous ayons des primes de parcours, à peser le combustible au moment où l'on remet la machine à une autre équipe. Les hommes se sont mis en commun et ils touchent chacun leur part de primes de consommation. Je le répète encore : nous n'avons pas d'inconvénients. Après avoir obtenu ce résultat très avantageux sur la ligne du Luxembourg, nous avons engagé nos autres chefs de service à rechercher s'ils pouvaient établir des dispositions analogues sur leurs propres lignes. Je dois avouer que cela n'a pas encore amené de résultat. Il est, comme on le disait tantôt, très difficile de trouver les

points d'application de la double équipe. Il est très possible que, le service d'exploitation se trouvant vis-à-vis d'une situation autre, demanderait à combiner les parcours des trains de manière à rendre le système applicable. L'avenir nous le dira.

M. Henry. A ce point de vue, il n'est pas permis d'espérer beaucoup. Si l'on a, comme au Paris-Lyon-Méditerranée, cinq ou six express chaque soir, c'est que les voyageurs veulent partir à ce moment-là. On est bien obligé de les prendre au moment où ils se présentent. On fait partir les trains de marchandises quand les trains de voyageurs ont débarrassé la ligne; on n'est donc pas maître de choisir leurs horaires.

M. Delebecque. On fait partir les trains de marchandises quand ils arrivent à charge.

M. Polonceau. Les essais faits sur une portion seulement du service ne sont pas concluants. En favorisant une certaine partie, on n'arrive pas pour cela à des résultats satisfaisants pour l'ensemble du service. Si, par exemple, vous prenez les meilleurs machinistes, les meilleures machines, vous augmentez pour ce groupe le nombre de kilomètres annuellement parcourus, mais vous le réduisez pour les autres groupes.

M. Mayer. Je demanderai à M. le Président combien de temps a duré son essai.

M. le Président. Il est commencé depuis plus d'un an. J'ai ici une note complète sur ce service.

M. Banderali. L'opinion générale est qu'on peut recourir à la double équipe quand elle est appliquée d'une façon convenable dans des cas spéciaux.

M. le Président. Nous pouvons conclure qu'on peut établir ce système quand il ne présente pas d'inconvénients au point de vue de l'entretien convenable du matériel de traction.

M. Mayer. L'expérience n'a pas encore duré assez longtemps. Comment peut-on savoir ce que deviendra l'entretien au bout d'un temps donné?

M. le Président. Des chefs de service, des chefs de dépôt diront : C'est un système qui détraque le matériel. D'autres affirmeront que le matériel n'en souffre pas. Les vrais appréciateurs, les hommes de nos dépôts déclarent que le matériel

à double équipe se conserve en meilleur état. Les machinistes également qui s'associent sont désireux d'accomplir un service semblable. Ils demandent qu'on le continue.

M. Parent. A la Compagnie du Midi, le contraire s'est passé. On était obligé de changer de tenders avec les mécaniciens. Chaque fois qu'un mécanicien descendait de service, il emportait son tender avec lui.

M. Delebecque. Nous pourrions dire que le service de la double équipe dans des cas spéciaux, quand les roulements des trains s'y prêtent, n'a pas présenté d'inconvénients d'après les observations faites.

M. le Président. C'est un moyen d'exploitation mis à notre disposition.

M. Banderali. Les Américains l'ont essayé dans des cas spéciaux et n'y ont pas trouvé d'inconvénients.

M. Polonceau. Les essais ont été faits à l'État belge avec des machines neuves. Je me demande ce qui arrivera dans sept ou huit ans, quand le matériel de la double équipe se trouvera en état de vétusté.

M. le Président. Je ne crois pas avoir dit que nous nous soyons servis pour ces essais de matériel neuf. Nous avons pu ne pas nous servir de matériel vieux.

M. Polonceau. Vous avez mis de côté votre matériel le moins bon. Par conséquent, je crois que votre expérience, qui est très intéressante, n'est pas concluante sur ce point.

J'ai vu le rapport de M. Ancion à la Chambre des députés belges. D'après le nombre de kilomètres faits par les machines belges, je trouve que, pour le parcours moyen des locomotives d'après l'effectif moyen, les chemins de fer belges ont fait, en 1884, 27,000 kilomètres et en 1885, 25,000 kilomètres, tandis qu'à la Compagnie d'Orléans nos locomotives ont fait 34,000 kilomètres en 1884 et 33,000 en 1885 ; et si nous prenons le nombre moyen de locomotives en service journalier, nous trouvons : en Belgique, en 1884, 32,500 kilomètres, en 1885, 31,000 kilomètres, et à la Compagnie d'Orléans, en 1884, 44,000 kilomètres, en 1885, 45,500 kilomètres.

M. le Président. Les conditions sont autres. Si nous n'avions que des lignes d'une venue, nous ferions des parcours plus considérables.

M. Delebecque. Au Nord, nous avons une moyenne entre l'État belge et la

ligne d'Orléans. Je crois que les longs parcours atteints en Amérique proviennent de causes que nous avons examinées et aussi de la nature de l'exploitation, qui n'est pas la même.

M. Mayer. Et de la nature des agents employés. Le mode de rémunération n'est pas le même.

M. le Président. Nous avons aussi à nous occuper de l'équipe banale.

M. Henry. Je désire donner à la section, au sujet du système de la machine banale, quelques renseignements analogues à ceux que je viens de lui fournir pour la double équipe.

J'ai parlé tout à l'heure de la comparaison que j'ai faite entre la double équipe et la simple équipe pour le service des express entre Paris et Avignon. J'ai fait la même comparaison entre la simple équipe et la machine banale. Nous avons, vous vous le rappelez, 56 mécaniciens et 56 machines avec la simple équipe. Avec la machine banale, nous n'avions pas à changer le roulement des mécaniciens. Il n'y avait que le roulement des machines à modifier. Il nous fallait, par conséquent, 56 mécaniciens, mais il nous suffisait d'avoir 41 machines. Nous économisions 15 machines sur 56, soit 27 p. c.

C'est également sur les lignes dont le service est très chargé qu'on peut économiser le plus grand nombre de machines quand on applique le système des machines banales.

Pour ce système, je ne me suis pas contenté d'étudier une partie du réseau. J'ai fait porter l'étude sur tous les services et sur tout le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée. Cette étude a été faite en février 1886. Le nombre des mécaniciens serait resté le même, mais le nombre des machines en service aurait été diminué, en totalité, de 168, soit de 12 p. c.

J'avais obtenu dans le premier travail pour une ligne très chargée une réduction de 25 p. c. La moyenne de tout le réseau m'a donné 12 p. c.

Pour montrer la diversité des résultats suivant les sections, je puis citer les chiffres relatifs à certains dépôts. Pour l'ensemble des services d'un dépôt, le chiffre de 27 p. c. obtenu en choisissant les services les plus favorables n'a jamais été atteint; aucun d'eux n'a donné plus de 20 p. c. C'est au voisinage de Paris que le nombre des trains est le plus grand; c'est le dépôt de Paris qui a donné ce maximum de 20 p. c. Au dépôt de Laroche, la diminution a été aussi de 20 p. c.; au dépôt de Dijon, de 17 p. c.; au dépôt de Lyon, de 12 p. c.; au dépôt de Nevers, de 15 p. c., etc. Dans certains dépôts, comme celui de Roanne, on n'aurait pu

supprimer aucune machine. Sur les lignes où il n'y a que trois trains dans la journée, la machine est obligée d'attendre ces trains et la banalité ne ferait rien gagner. Dans d'autres dépôts, la diminution aurait été de 5, de 7, de 12 p. c. Somme toute, nous aurions pu économiser en moyenne 12 p. c. des machines sur tout le réseau.

Eh bien, messieurs, en traduisant cette diminution en argent, on reconnaît qu'il suffirait que l'augmentation de consommation de combustible résultant de l'emploi de la machine banale fût de 4 ou 5 p. c. seulement pour que toute l'économie faite sur l'intérêt et l'amortissement des machines en question fût compensée et disparût.

A tort ou à raison, je crois, étant donnée l'élévation des primes de combustible que nous accordons, étant donnée la faible consommation relative à laquelle nous sommes arrivés sur notre réseau, je crois, dis-je, — c'est ma conviction et c'est aussi celle de tous les ingénieurs de la traction du Paris-Lyon-Méditerranée, — que l'emploi des machines banales nous conduirait à une augmentation de plus de 5 p. c. dans la consommation du combustible, si nous ne trouvions le moyen de laisser comme aujourd'hui à chaque mécanicien la responsabilité et le contrôle individuels de sa propre consommation de combustible.

Je ne puis dire ce que nous ferons dans l'avenir; mais si nous appliquons jamais la machine banale, ce sera à la condition de donner un tender particulier à chaque mécanicien. Nous ne voulons toucher que le moins possible aux causes qui peuvent augmenter la consommation.

J'ajouterai que, par suite de la baisse du trafic et par suite aussi des suppressions de machines que nous avons pu faire pour d'autres raisons que celles dont j'ai parlé, nous nous trouvons avec un excès considérable de matériel qui nous permet d'envisager l'avenir pendant six ou sept ans sans avoir à construire de nouvelles machines. Dans ces conditions, le système de la machine banale ne nous donnerait même pas le seul avantage qu'il puisse procurer, l'économie sur le capital de premier établissement pour le matériel, puisque nous avons ce matériel en surabondance.

M. Banderali. Il me semble que nous devons retenir ce que vient de dire M. Henry.

M. Henry. Je ne suis pas un convaincu.

M. Banderali. Tout revient à une question de prix de revient dont la base est la valeur du combustible.

M. Henry. Une question générale de prix de revient.

M. Banderali. M. Henry a été amené à nous dire que si, dans son application de la machine banale, la consommation de combustible avait augmenté de 4 à 5 p. c., il aurait perdu l'économie réalisée d'autre part avec la diminution des machines. Par conséquent, ceci est une question d'appréciation pour chaque réseau.

M. Henry dit aussi : « Nous sommes dans des conditions de trafic détestables. » Dans le pays où la situation serait autre, on pourrait conclure autrement et déclarer que les conditions de trafic sont telles qu'on trouve avantage à appliquer le système de la machine banale.

L'appréciation de M. Henry est faite au point de vue de la dépense. Mais elle peut varier d'un pays à l'autre suivant les conditions économiques.

M. Mayer. Je retiens de cette discussion qu'on ne nous a pas donné de chiffre sur les dépenses d'entretien dans les différents cas.

M. Henry. Il n'en existe pas.

M. Mayer. Je ne sais pas si l'on nous a indiqué les dépenses d'entretien des Américains. Je ne pense pas que leur comptabilité soit comparable à la nôtre.

D'un autre côté, les essais faits sur le continent européen n'ont pas eu une durée assez longue et n'ont pas été pris dans la moyenne des matériels.

On ne peut donc conclure que l'entretien soit plus cher ici, moins cher ailleurs ou égal ailleurs. L'impression générale qui peut résulter de ceci est que les Américains entretiennent avec moins de soin les machines quand elles ne leur appartiennent pas que lorsqu'elles leur appartiennent.

A l'encontre de cette idée-là, on n'a donné et on ne peut donner aucun résultat.

M. Polonceau. J'ai fait le calcul des dépenses par kilomètre-locomotive pour le service des voyageurs. En Amérique, le coût est de 65 centimes; à la Compagnie d'Orléans, de 46 centimes. Pour le service des marchandises, on arrive sur les chemins de fer américains à 86 centimes; à la Compagnie d'Orléans, à 66 centimes.

M. Henry. On ne peut faire de comparaison probante que si le service est le même, et ce n'est pas le cas.

M. Ely (*États-Unis*) ⁽¹⁾. Sur les lignes du Pennsylvania Railroad, le système

(1) Paroles prononcées en anglais et traduites en section par M. BANDERALI.

del'équipe banale est pratiqué depuis douze ans et non pas depuis deux ou trois ans. La question, à un point de vue général, serait longue à traiter parce que le choix du système se détermine, comme l'a dit M. Banderali, par certaines circonstances locales qui demandent à être suffisamment étudiées. On a essayé d'abord de mettre sur certaines lignes des machines en une sorte de service banal, tellement organisé que les mécaniciens pussent les prendre sur un parcours total de 400 milles, c'est-à-dire 600 ou 700 kilomètres, dans différentes stations, les conduire au bout d'une section et les ramener. La même machine faisait un long parcours, servie par des équipes successives. Ce système a fonctionné trois ou quatre ans. On s'est aperçu au bout de ce temps que les locomotives se trouvaient dans un état déplorable, qu'elles étaient hors de service. L'insuccès du système ainsi appliqué était dû au manque de surveillance suffisante et à l'absence de responsabilité directe. On n'avait pas d'inspections rigoureuses ; il n'était pas facile d'en établir et cependant ces inspections étaient nécessaires au succès de l'expérience, comme la suite l'a prouvé.

Dix ans plus tard, le Pennsylvania Railroad traversa une période d'accroissement considérable de trafic. On s'adressa à un chef de division de la ligne, homme de bonne volonté, on lui confia l'essai d'un service banal et on le rendit responsable de son service, sur une subdivision de 120 milles environ. On avait choisi un agent qui paraissait favorable au système. Ce système fut donc appliqué. L'essai a été fait pour commencer avec un groupe de 12 ou 15 mécaniciens et avec le nombre de machines suffisantes. Ce travail n'a pas pu se faire sans préparation. J'insiste beaucoup sur ce point que, pour que le système réussisse, il faut que les mécaniciens n'aient pas à réparer leurs machines. Il est même heureux que nos machinistes ne soient pas des mécaniciens, dans le sens réel du mot. L'éducation d'un machiniste se fait, en Amérique, de la façon suivante : L'homme commence par être garde-frein d'arrière. Après un certain temps, il passe comme garde du train en tête ; puis il devient successivement chauffeur et mécanicien, et enfin chef-mécanicien. Il lui est interdit de faire aucun travail. Dans les endroits où l'on a essayé de faire autrement, on n'a pas réussi. Je signale une chose fort intéressante : c'est que, pour créer une sorte d'intérêt commun dans ces équipes, intérêt qui est utile au succès du système, il faut spécialiser les hommes dans une division, c'est-à-dire que, s'ils ont un service donné, il ne faut pas les faire passer à un autre service. La pratique a permis de constater que cette méthode réussissait ; il faut spécialiser les groupes d'hommes et de machines pour un service déterminé. L'examen scrupuleux des machines est nécessaire

au succès du système. Comme l'a dit M. Banderali dans les notes annexées à son rapport, il faut installer aux endroits où les machines s'arrêtent des ateliers où puissent se faire des réparations rapides et énergiques. La pratique de dix ans que j'ai faite du système m'a prouvé que les frais d'entretien n'ont augmenté en aucune façon. Je ne puis pas donner de chiffres. Je suis à même seulement d'affirmer qu'on n'a trouvé aucune différence dans les frais d'entretien. Au contraire, les machines sont en meilleur état qu'autrefois. Je vois une raison à cela : c'est que l'esprit de corps s'est établi entre les différents hommes qui forment les groupes dont j'ai parlé.

J'ajoute que cet esprit de corps est d'autant plus efficace qu'on traite les hommes comme des hommes et les machines comme des machines.

Les parcours annuels sont considérables. Il y en a qui s'élèvent à 130,000 kilomètres en une année. Ce fait prouve aussi la solidité des machines.

M. Delebecque. En résumé, les Américains renoncent au service de l'équipe multiple.

M. le Président. Au contraire.

M. Delebecque. Ils font de la double équipe.

M. Ely. On fait de la double équipe sur d'autres lignes, mais non sur celles de ma Compagnie. Le mieux serait évidemment qu'un homme pût rester toujours attelé à la même machine, faisant toujours le maximum du travail possible à un engin mécanique. Les forces humaines s'y refusent.

Les hommes trouvent dans le système banal plus de repos. J'ai cité tous les avantages qui ont été reconnus. J'ajoute qu'on dépense moins pour les constructions, ce qui est une question assez importante dans un pays où les dépôts se trouvent dans des villes peuplées et où les terrains sont chers.

Voici encore un autre avantage très grand de ce système. Il entretient les hommes dans une espèce d'entraînement qui permet de leur donner en cas de besoin un service très surchargé et sans s'inquiéter du choix des machines. On trouve tout bénéfice à avoir ce système de promiscuité pour les cas spéciaux qui peuvent se présenter.

Je suis d'avis que tous ces avantages sont difficiles à analyser. Un avantage économique des plus grands est de conserver toujours les machines en feu.

Certaines machines restent en feu constamment pendant deux mois.

M. Delebecque. On ne les lave donc pas ?

M. Banderali. On les lave sans les éteindre.

M. Polonceau. On ne peut cependant pas laver à chaud des chaudières : c'est impossible.

M. Banderali. Cela dépend des dépôts. J'ai vu à Chicago des machines qui étaient lavées par injection continue d'eau chaude à travers la chaudière et sans être vidées.

M. Parent. Ne s'apercevait-on pas qu'au bout de ces deux mois la machine dépensait davantage

M. Polonceau. Ce qu'on fait là ce sont des extractions, mais non des lavages.

M. Mayer. Et cela n'est possible qu'avec de certaines eaux.

M. Banderali. M. Ely ajoute qu'il lave ses machines avec des injections d'eau chaude. Je l'ai vu faire d'une machine sur l'autre.

M. Mayer. C'est ce que nous faisons aussi.

M. Ely. J'insiste encore sur un autre point : l'accroissement du trafic est considérable sur les chemins de fer américains. En ce moment, le Pennsylvania Railroad a un trafic cinq fois plus considérable qu'il y a dix ans. Il aurait été difficile de suivre le développement de ces transports en augmentant proportionnellement le nombre des machines. On s'est trouvé fort heureux d'appliquer un système qui n'a pas présenté d'inconvénients au point de vue de la dépense, de l'entretien et du personnel.

J'ai même remarqué un petit détail : lorsqu'une machine rentre dans un dépôt et qu'elle attend trop longtemps son départ ou son personnel, on l'examine de plus près et l'on trouve toujours à y faire un travail qui la retient plus qu'il ne faudrait ; c'est une tendance qu'il ne faut pas exagérer. Il vaut mieux laisser rouler les machines que de les arrêter.

M. Mayer. Puis-je demander quelques renseignements complémentaires ?

En ce qui concerne l'extinction des feux, je crois que nous avons fait un certain progrès. Il est très intéressant de ne pas éteindre la machine dès qu'elle a cessé son service et qu'elle est passée au dépôt. Il suffit de laisser tomber un peu la pression, mais il y a une limite à cela. D'ailleurs, je ne vois pas pourquoi le système de la double ou de la simple équipe aurait une influence quelconque là-dessus. Rien n'oblige, quand une machine ne roule pas, de l'éteindre et de la vider. Il n'y a

qu'une chose qui oblige à éteindre la machine et à la vider : c'est le lavage. Or, la question du lavage se lie à celle de la qualité des eaux. On peut espacer davantage les lavages, comme on le fait en Amérique, au moyen d'extractions partielles.

D'un autre côté, il a été dit que la surveillance doit être plus grande dans le cas de l'équipe multiple que dans les cas ordinaires. C'est encore là une question de dépense. Si vous augmentez la surveillance, vous devez la payer d'autant plus. Le système trouve une partie de ses avantages dans ce fait que les mécaniciens n'entretiennent pas leurs machines. On tient en Amérique à ce qu'ils ne le fassent pas. Enfin, on ne nous a rien dit du combustible, qui est un élément très important de la question.

Si, avec la simple équipe, la consommation était déjà très forte, le mécanicien n'ayant pas intérêt à économiser son combustible, la double équipe n'enlèvera pas cet intérêt; la consommation restera très élevée, et c'est probablement ainsi que l'on a pu dire que le changement de système n'a pas produit de consommation anormale. Mais si l'on avait, pour la simple équipe, un système de prime et de consommation réduite, je crois qu'il y aurait encore là une source d'accroissement de dépenses, au moment où l'on adopterait l'équipe multiple.

M. Ely. Je n'ai pas remarqué d'augmentation de consommation du combustible par suite de l'emploi du système des primes.

M. Henry. La consommation de combustible est énorme en Amérique. Pour les trains de voyageurs du Pennsylvania Railroad, elle varie de 13 à 17 kilogrammes par kilomètre de machine; c'est presque le double de celle qui est constatée sur les réseaux français. Pour les trains de marchandises, elle est de 29 à 39 kilogrammes, et ce n'est pas encore le Pennsylvania Railroad qui consomme le plus. Mais le combustible ne coûte qu'un dollar la tonne. On comprend alors que l'on doive attacher plus d'importance aux économies de personnel et de matériel qu'à la faible consommation du combustible qu'on peut se procurer dans de telles conditions de prix.

M. le Président. C'est un calcul à faire.

M. Henry. En Amérique, on donne des primes pour les économies de combustible, mais ces primes sont très faibles parce que le combustible y a peu de valeur. Il coûte cinq fois plus cher chez nous; c'est pourquoi nous avons intérêt à donner des primes considérables, qui augmentent notablement le traitement et qui font diminuer la consommation le plus possible.

M. Banderali. La question est de savoir si un système a occasionné plus de consommation que l'autre dans le même district.

M. Mayer. Pardon. S'il y a préalablement une espèce de gaspillage — permettez-moi un instant ce mot — le nouveau système ne l'augmentera pas. Mais quand il n'y en a pas, il est important de ne point le faire naître, et je vous assure que l'équipe multiple le produirait.

M. Henry. Le système de la machine banale ne peut, en aucun cas, occasionner une économie de combustible. Il produira certainement l'inverse.

M. Banderali. En somme, il n'est pas prouvé que ce système amène de tels inconvénients qu'il ne puisse être essayé dans certains cas spéciaux.

M. Henry. Je ne dis pas qu'on ne puisse l'employer avec avantage; mais il faut examiner chaque cas en particulier et avec grand soin.

M. Mayer. Si ce point est épuisé, je voudrais dire un mot sur une autre question.

Il y a, pour beaucoup de chemins de fer, des saisons de trafic, c'est-à-dire que, dans certains moments, il se produit un trafic plus considérable qu'en d'autres. Prenons par exemple un trafic courant ordinaire pendant neuf mois et un service extraordinaire pendant trois mois. Quand on a la ressource de l'expédient de la machine banale pour les trois mois, on peut en user. Mais si on avait appliqué pendant neuf mois le roulement de la machine banale, et si l'on avait réduit en conséquence la quantité de machines disponibles de façon à employer le système de l'équipe banale pendant ces neuf mois, je voudrais bien savoir comment on se tirera d'affaire, au moment où arrivera le supplément de trafic. L'expédient antérieurement employé sera inapplicable, parce qu'on ne pourra disposer que du nombre de machines nécessaire pendant la période de faible trafic.

M. Polonceau. Si nous remontons à l'origine du chemin de fer, nous voyons que la machine banale était une chose ordinaire. Il y a une trentaine d'années, quand la traction coûtait 2 francs par kilomètre, on avait la machine banale organisée de fait par presque toutes les Compagnies. C'est par l'application d'un machiniste à une machine et par l'octroi de primes qu'on a réduit la dépense à 80 centimes par kilomètre.

M. Delebecque. En même temps que la puissance des machines a augmenté.

sonne? D'après les expériences faites, le système banal semble applicable à certains cas particuliers et chacun doit étudier s'il est avantageux pour lui de s'en servir.

M. Henry. Je serais plus large que vous. Je dirais que le système banal amènerait certainement une économie de matériel; mais qu'il entraînerait non moins certainement d'autres dépenses qui compenseraient plus ou moins cette économie et qui pourraient peut-être la dépasser.

M. le Président. Si vous n'arrivez pas à un entretien convenable de vos machines, vous ne faites pas d'économie.

M. Banderali. Dans nos conclusions, n'entrons pas dans les détails.

M. Henry. On peut dire qu'il est à craindre que les dépenses supplémentaires ne compensent et au delà l'économie réalisée sur les machines.

M. le baron Prisse. Ne serait-il pas utile d'ajouter qu'il est nécessaire que les essais soient prolongés pendant plus longtemps pour qu'on puisse se prononcer en pleine connaissance de cause?

M. le Président. Ces essais seront continués. Nous avons intérêt à le faire.

M. Parent. Ce qu'il ne faut pas, c'est dire que ce système constitue un progrès.

M. Banderali. Il n'est pas question de progrès.

M. Polonceau. Ce système a déjà été appliqué dans des cas particuliers.

M. Banderali. Il doit l'être encore.

M. le Président. Nous recommençons la discussion. Je pense que nous pouvons considérer ce point comme terminé. Ne pensez-vous pas que les autres postes de l'article pourraient être remis à un autre Congrès?

M. Polonceau. Je demande qu'on en parle. Il y a là des questions que nous devons examiner.

M. Banderali. Tenons une séance à 4 heures 1/2.

M. le Président. Êtes-vous d'avis, messieurs, de vous réunir à l'issue de la séance plénière? (*Adhésion.*)

Séance du 23 septembre 1887 (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. LE BARON PRISSE (DOYEN D'ÂGE)

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : LE MÊME.

— La séance est ouverte à 4 heures 1/4.

M. Banderali. Notre honorable président, M. Belpaire, empêché d'assister à la séance, m'a prié d'inviter M. le baron Prisse à bien vouloir prendre le fauteuil de la présidence. (*Adhésion.*)

M. le Président. Je me rends bien volontiers à l'invitation qui m'est faite et vous remercie, messieurs, de l'accueil qu'elle reçoit de votre part. J'aurai toutefois besoin de beaucoup d'indulgence pour celui qui est, je crois, votre doyen d'âge et qui ne pourra pas vous donner tous les précieux renseignements que M. Belpaire vous apporte.

M. Banderali. Je vous propose, messieurs, de continuer la discussion que nous avons commencée ce matin et qui a trait au roulement du personnel.

M. le Président. Nous avons eu ce matin une discussion très longue et fort intéressante. Quelqu'un pense-t-il que nous devons la prolonger ?

M. Banderali. Nous avons encore à parler des questions plus spéciales au personnel.

M. le Président. Je mettrai donc en discussion le 7^e du rapport de M. Banderali; il est conçu dans les termes suivants :

« Juste distribution du travail du personnel en tenant compte des diverses saisons, de la complexion du service, et des conditions hygiéniques des zones parcourues. »

Y a-t-il lieu de modifier quelque chose à cette rédaction ?

M. Polonceau. Toutes les Compagnies se préoccupent d'une juste répartition du travail suivant les saisons, les services et la nature des machines. Quand les machines ont à remorquer de fortes charges, quand le service est pénible pour les

chauffeurs, il faut en tenir compte comme on le fait dans toutes les Compagnies. Il n'y a rien à signaler de nouveau à cet égard. Tout ce qui est possible est fait.

M. Banderali. Le n° 8° de mon rapport se rapporte au bien-être du personnel, en route et en déplacement. Quelqu'un a-t-il quelque idée nouvelle à nous faire connaître au point de vue de l'amélioration du sort du personnel? J'ai cité dans mon rapport ce fait que quelques Compagnies ont essayé de placer des planchers élastiques sur les machines dont les vibrations trop dures gênaient les hommes. La Compagnie du Nord a fait des essais dans ce sens. Récemment le gouvernement français a autorisé les Compagnies à faire des essais de strapontins pour que le personnel des trains de marchandises pût s'asseoir en marche ou en stationnement. D'autres ont appliqué depuis longtemps des cabines sur les machines. A l'origine des chemins de fer, ces cabines n'étaient employées ni en France, ni ailleurs.

M. le Président. Elles ne l'étaient nulle part.

M. Banderali. Trouve-t-on des inconvénients à ces applications? Si on n'en signale pas, nous pourrions dire, dans le résumé de notre discussion, qu'il paraît intéressant de poursuivre les essais faits au point de vue de l'amélioration du sort du personnel, machinistes et chauffeurs. On s'efforce de diminuer ses fatigues en même temps qu'on cherche à augmenter son rendement et son service utiles.

Je vise ici notamment le confort qu'on peut trouver dans les dépôts. Je n'ai pas cité, dans le rapport, les aménagements même luxueux qui existent sur certaines lignes, par exemple les établissements de bains, qui concourent au bien-être du personnel, ni une quantité d'autres améliorations. Il ne serait pas mauvais de viser ces points par quelques mots dans le résumé de notre discussion.

M. Henry. Au point de vue de l'amélioration de la situation des mécaniciens sur les machines en marche et de l'installation de cabines sur les machines, je puis donner le résultat d'expériences faites au Paris-Lyon-Méditerranée.

En 1880, lorsque nous avons fait de nouvelles machines à grande vitesse, nous nous sommes préoccupés d'y installer un abri plus complet que celui des machines précédentes; ce dernier se composait d'une sorte de paravent percé de deux lunettes garnies de verres et d'un toit qui se prolonge à l'arrière jusqu'au-dessus de la tête du mécanicien; il ne comportait aucune espèce de fermeture de côté. Nous avons alors imité ce que nous avons vu pratiquer chez nos voisins de la Compagnie d'Orléans et fait une cabine fermée par l'avant et par les côtés.

Elle a été appliquée immédiatement à 30 machines. Mais les réclamations des mécaniciens ont été si vives que nous avons dû démolir les fermetures de côté et revenir à nos anciens abris. Le nouvel abri, non fermé en arrière, amenait un remous qui soulevait la poussière du charbon; les hommes avaient constamment mal aux yeux.

M. le Président. Vous n'aviez pas d'écran latéral ?

M. Banderali. Je crois qu'en effet un abri est difficile à poser sur certaines machines, parce qu'il faut le prolonger trop loin si l'on veut qu'il soit efficace.

M. Henry. Il faut le prolonger assez pour éviter le remous, mais on ne peut faire l'abri plus long que la machine.

M. Banderali. Les reins des mécaniciens se trouvent dans la zone du remous. On conçoit que les hommes souffrent de cet inconvénient, de même qu'ils sont gênés par la poussière du combustible.

M. Henry. Nous n'employions alors que des briquettes qui contenaient du brai et du goudron dont l'action sur les yeux est très nuisible.

M. Banderali. En Angleterre, cet inconvénient ne se produit pas. Les cabines sont plus prolongées. En Amérique, elles le sont encore davantage.

Nous pourrions peut-être dire que la cabine est désirable, mais que l'application en est souvent rendue difficile par la disposition des machines.

M. Polonceau. On pourrait dire que les abris varient suivant les climats et le service des machines locomotives.

M. Banderali. Peu de personnes construiront dorénavant des machines sans y mettre un abri quelconque.

M. le Président. N'avons-nous pas en Belgique un petit écran latéral derrière le grand ?

M. Hubert. Il est très court.

M. Kossuth. L'abri latéral est indispensable pour protéger les machines dans les tunnels un peu longs.

M. Henry. Nous ne pouvons pas dire qu'il est indispensable, puisque la presque totalité des machines françaises en sont dépourvues.

M. le Président. Il y a un autre inconvénient à ces abris latéraux trop prolongés : ils empêchent les hommes de soutenir la marche en arrière.

M. Banderali. Pour les machines qui marchent en arrière, il y a des fermetures complètes.

M. Henry. En ce qui concerne le bien-être des mécaniciens pendant les relais, quand ils sont hors de chez eux, on trouve dans tous les dépôts de Paris-Lyon-Méditerranée des dortoirs bien installés et qui sont séparés des réfectoires. Dans les réfectoires, les mécaniciens peuvent, à l'aide d'un réchaud à gaz ou à pétrole ou d'un poêle, cuire ou réchauffer les aliments qu'ils emportent avec eux. On met à leur disposition de l'eau de bonne qualité, des lavabos et des salles de bains dont ils peuvent faire usage à discrétion. Dans les dépôts récemment construits et qui reçoivent 100 à 120 machines, nous avons en général 8 cabines de bains. Les plus anciens en comptent 5 ou 6, suivant la place dont on a pu disposer dans les annexes. Ces installations de réfectoires, de dortoirs séparés, de lavabos et de salles de bains, date de longtemps. On les a seulement améliorées dans la construction des derniers dépôts. Nous faisons tout ce que nous pouvons pour que les mécaniciens puissent se reposer aussi complètement que possible dans les intervalles de leurs courses. Les lits sont en fer et garnis de très bons matelas de 20 kilogrammes chacun. Nous ne donnons pas de draps. Les matelas sont garnis de housses en toile qui sont changées trois fois par semaine.

M. Polonceau. A la Compagnie d'Orléans, nous avons les mêmes installations pour le bien-être du personnel. Chaque machiniste a une paire de draps qu'il emporte avec lui. Quand il arrive dans un dépôt, il s'en sert, puis il la reprend.

M. Banderali. Nous pouvons dire, d'une manière générale, que tous les efforts tendent à améliorer la situation du personnel.

Je vous demande pardon de revenir sur la première question relative à la longueur et à la durée des parcours qu'on demande aux mécaniciens et à certaines heures de service. N'y a-t-il pas lieu d'en dire quelque chose dans notre résumé ?

Il ne serait pas sans intérêt que la section manifestât son avis sur l'opportunité de ne pas augmenter la durée du service pour les mécaniciens.

M. Polonceau. Il faut chercher à augmenter autant que possible les parcours mensuels sans rendre le service plus dur que ne le comportent les forces humaines et la sécurité. Nous pourrions nous borner à constater l'accord unanime des chemins de fer sur cette question. Tout en conservant un travail moyen, suffisant, aux

mécaniciens, on doit s'efforcer d'organiser le roulement de façon que le travail effectif que l'on fait chaque jour se rapproche, autant que possible, du travail moyen, c'est-à-dire que l'on n'ait pas des jours de travail excessif pour compenser les jours où l'on travaille moins. On cherche à rendre aussi égal que possible le travail des mécaniciens. Nous ne pouvons pas émettre un autre vœu ni entrer dans les détails.

M. Delebecque. Quelque désir que l'on ait de faire ce que dit M. Polonceau, on ne peut y parvenir. Il y a des trains qui font sur certaines lignes un service déterminé. On doit bien ramener les machines. C'est donc un desideratum qu'on ne peut toujours réaliser.

M. Henry. L'important est, une fois qu'on a adopté une durée moyenne de travail, de la dépasser le moins possible. C'est la seule chose que nous puissions dire en même temps que nous constatons les efforts de toutes les Compagnies de chemins de fer pour en arriver là.

M. Delebecque. Le service de l'équipe unique permet plus facilement que tout autre d'atteindre ce résultat. Vous pouvez changer vos mécaniciens de service de telle sorte qu'au bout d'un mois, ils aient absolument la même moyenne de travail. Si vous êtes obligés d'affecter un certain groupe de mécaniciens à un service, ils produiront une somme de travail plus forte que d'autres.

M. Henry. Il y a toujours des équipes plus occupées les unes que les autres.

M. Cornetti (Italie). On dit que la Compagnie de la Méditerranée a une durée de travail plus longue que celle d'autres lignes.

M. Banderali. Cela résulte des chiffres que vous avez donnés et que nous avons comparés à ceux de France.

M. Cornetti. Ce sont des chiffres maxima et non des chiffres moyens. Quant à notre limite, je crois qu'elle n'est pas plus forte que celle de vos Compagnies. Nous ne pouvons jamais dépasser seize heures de travail continu, mais ce cas est exceptionnel. Nous avons une ligne de 150 kilomètres. Un train de marchandises fait 6 kilomètres à l'heure, 8 au plus, arrêts compris. Il faut presque vingt heures pour aller du dépôt jusqu'à la fin de la ligne. Comment faire pour ne pas dépasser ce temps, puisqu'il n'y a pas de dépôt secondaire à mi-chemin?

Si c'est nécessaire, il ne faut pas demander plus de six heures en moyenne aux mécaniciens. Les chiffres cités ne constituent pas une moyenne.

M. Banderall. C'est ce maximum qui élève votre moyenne, que nous n'atteignons jamais chez nous.

M. le Président. Il y a des cas exceptionnels.

M. Cornetti. Votre moyenne ne dépasse pas dix heures de travail par jour. Nous comptons comme des heures de travail effectif les heures de réserve. Avec ce calcul, nous ne donnons jamais aux mécaniciens plus de dix heures et demie de travail, selon la pratique suivie aussi par les autres Compagnies.

M. Kossuth. En discutant la question du travail des machinistes, nous sommes sur un terrain brûlant. Les machinistes veulent, eux aussi, travailler moins et gagner davantage. Évitions avec soin, dans le rapport ou dans nos décisions, d'appuyer des réclamations, des prétentions mal fondées. Nos machinistes ne sont pas des nègres; nous ne les faisons pas travailler pour le plaisir de les occuper. Quand nous les gardons un temps très long sur les machines, c'est que nous ne pouvons pas faire autrement. Il nous serait très agréable de nous rapprocher toujours de la durée de travail indiquée par M. Henry. Ce serait l'idéal.

Je crains, en formulant le désir que les machinistes n'aient pas à dépasser une certaine limite de travail, que nous ne donnions une arme à quelques malveillants qui chercheront, malgré leur petit nombre, à nous créer des embarras dans le service quotidien.

M. Banderali. Vous avez vu avec quelle discrétion j'ai parlé de la question dans le rapport. J'ai même dit formellement que le service était loin de dépasser les forces humaines, et c'est incontestable. Il est bon de résumer ce que vous avez dit en déclarant qu'on n'a rien à changer à ce qui a été fait jusqu'à présent.

M. Mayer. Il arrive souvent que nous sommes poussés par les mécaniciens eux-mêmes à augmenter la quantité ou la durée de leur travail. Nous avons souvent à nous défendre contre ces demandes-là.

Je crois qu'il ne serait pas difficile d'introduire dans le rapport une mention en ce sens. On peut glisser sur la question, mais elle ne peut être passée sous silence, attendu, je le répète, que les faits dont je parle sont parfaitement exacts; cela se comprend fort bien et les mêmes faits se reproduisent d'ailleurs en Amérique, d'après le rapport que nous avons entendu. Dans ce pays, les mécaniciens sont payés proportionnellement au travail qu'ils font. Ils cherchent par conséquent à augmenter la quantité de leur travail. Chez nous, ils sont payés en partie de la

même façon, et il est avéré que, dans un grand nombre de cas, c'est nous qui cherchons à réduire le service des mécaniciens pour les faire rentrer plus souvent chez eux, pour en obtenir un travail plus régulier, plus comparable à celui de leurs collègues. Ce sont eux, au contraire, qui nous disent : Nous préférons travailler un peu plus longtemps encore.

M. Delebecque. Nous avons eu des réclamations pour des changements de service parce que les heures de travail étaient diminuées.

M. Polonceau. Il résulte d'une communication de M. le directeur du chemin de fer de la Suisse occidentale que les autorités suisses ont demandé que la présence des machinistes au travail ne dépassât pas seize heures. La Société de la Suisse occidentale trouve ce chiffre trop bas et elle voudrait maintenir un temps de service plus long.

M. le Président. Pas tous les jours.

M. Polonceau. Ceci prouve que ce chiffre est exceptionnel et que, par conséquent, le service des mécaniciens n'est pas trop pénible. On a exagéré les fatigues de ce service. La preuve est que nous avons des demandes nombreuses pour le poste de machiniste.

Voici notre organisation. Au bout de vingt-deux jours de service par mois, le machiniste qui fait un travail supplémentaire reçoit une prime de 7 francs. Nous avons toujours des machinistes qui demandent à faire ce service. En ce moment-ci, il est bon de constater que les machinistes n'ont pas travaillé avec excès. La meilleure preuve, c'est qu'on n'a pas relevé un accident produit par le travail exagéré d'un machiniste sur sa machine. La chose serait arrivée si nous avions dépassé la limite des forces de notre personnel.

M. Kossuth. Je demande à donner un renseignement. Il est certain que les machinistes demandent à travailler le plus possible. Nous les poussons dans cette voie, la Compagnie de la Méditerranée plus peut-être que toute autre, par notre système de primes. Chez nous, la prime commence à un certain nombre de kilomètres et augmente très rapidement. Nous arrivons ainsi à l'exagération des parcours. Quel est le résultat ? Si les machinistes aiment, d'une part, à toucher des primes, ils se plaignent, d'autre part, du travail. La même situation se voit à peu près partout. Très souvent, la politique et les journalistes s'en emparent. Or, gardons-nous de dire, dans nos décisions et dans notre rapport, un mot qui puisse le

moins du monde servir d'outil à ceux qui se servent de cette question pour faire de l'agitation.

M. le Président. Vous avez raison.

M. Kossuth. Il me semble que M. Henry avait présenté tout à l'heure une proposition.

M. Henry. Ce que je propose est simple. Je demande que nous constations — et je ne me suis pas servi d'un autre terme — que la tendance générale de toutes les Administrations de chemins de fer est de régulariser autant que possible le service des mécaniciens. Je me suis bien gardé d'indiquer qu'il fallût fixer un service moyen avec un nombre d'heures déterminé. Mais si nous demandons à nos mécaniciens un travail moyen de dix heures par jour, par exemple, il est de notre devoir de nous arranger de manière que, pour arriver à cette moyenne de dix heures, nous n'ayons pas des jours de cinq heures de travail et d'autres de quinze heures.

M. Kossuth. Je demanderai à ces messieurs de vouloir bien constater dans le rapport que, quoique nous soyons d'accord, en principe, que le travail exigé des mécaniciens ne soit pas exagéré, nous demandons qu'on pousse les Compagnies à le régulariser aussi parfaitement que possible.

M. Henry. Je mets hors de discussion que le travail des mécaniciens n'est pas exagéré. Ceci bien établi, je propose de constater qu'il convient de faire et que nous faisons tout ce qui est possible pour que le travail effectif de chaque jour se rapproche le plus possible du travail moyen.

M. Kossuth. M. Cornetti constate que cette observation est d'autant plus nécessaire pour nous que, d'après le rapport de M. Banderali, nous ferions travailler nos machinistes plus que ne le font les autres Compagnies.

M. Banderali. Un peu plus que les autres, d'après les chiffres que vous avez donnés vous-mêmes. Vos rampes sont plus considérables. Si vous faites travailler vos machinistes un peu plus sur certains points, il y en a d'autres dans les pays de montagnes où vous les remplacez après quatre ou cinq heures de travail.

M. Cornetti. Nous avons dit que, dans les pays de montagnes, nous ne demandons pas plus de cinq heures de service continu à nos mécaniciens sans les laisser descendre de leur machine. Après ces cinq heures de travail, on leur

accorde deux heures de repos. Je vous donnerai un exemple : A Pontedecimo, ou nous avons passé hier, le service est ainsi réglé : il y a chaque jour 16 machines en feu pour les 1,000 véhicules que nous faisons circuler. Les mécaniciens doivent faire douze heures de travail, mais elles sont divisées par deux heures de repos.

M. Polonceau. Il faut tenir compte que, dans bien des cas, on peut demander aux machinistes un service qui paraît un peu long aux personnes qui ne sont pas versées dans les questions de traction et qui ne sont pas payées pour les connaître. Un machiniste aime mieux faire un service un peu plus dur, mais rentrer chez lui, que de coucher au dehors.

M. Mayer. Il en est de même partout.

M. Banderali. Nous sommes d'accord sur ce point qu'il faut constater que les conditions actuelles du service sous le rapport de la durée et des parcours ne doivent pas être modifiées parce qu'elles ne sont pas exagérées et que tous les efforts des Compagnies tendent à régulariser...

M. Mayer. A égaliser.

M. Banderali. ...ou à égaliser ce service de façon que les travaux quotidiens soient le plus semblables possible pour chacun des mécaniciens.

M. le Président. Ce fait résulte de deux choses : d'une expérience prolongée, puisque les chemins de fer existent depuis longtemps, et de l'absence de plaintes fondées.

M. Mayer. De plaintes fondées, oui.

M. Banderali. Nous constatons des faits.

Maintenant, nous avons à examiner la réduction au minimum du temps pris au mécanicien, par les devoirs accessoires de sa charge, en dehors du service effectif en route.

M. Mayer. Ceci est une question qui tient à la nature même des mécaniciens, si je peux m'exprimer ainsi : ceux qui sont ouvriers sont obligés de consacrer une partie de leur temps à réparer leurs machines; on les a pris à cet effet. Il en est de même quand il s'agit de prendre la machine pour la mettre en tête du train; il faut que le mécanicien ait le temps de la visiter, de l'inspecter, de la graisser. J'admets qu'à la rentrée de la machine il la passe à un mécanicien de

garde qui la conduit dans le dépôt et qui fait toutes les manœuvres nécessaires. Il me semble indispensable et compatible avec le régime du mécanicien dont je parle, qu'il ait un certain temps à passer devant sa machine.

M. Polonceau. Le temps qu'on demande au machiniste avant le départ du dépôt est indispensable pour procéder à la revision de la machine. Il est nécessaire de le réduire au minimum, mais il doit être suffisant pour permettre la revision de la machine. Il me paraît dangereux, pour la sécurité, de faire venir le machiniste à la dernière minute, comme on le disait précédemment. Au retour, il doit faire sa feuille et son rapport. Le bureau où il fait ce rapport se trouve à côté de la plaque tournante, sauf dans les dépôts organisés d'une façon spéciale.

Je crois que ce que M. Banderali a eu en vue ici se rapporte à une série d'autres opérations, par exemple aux manœuvres en gare. Les grandes Compagnies ont, en général, dans toutes les gares des machines de manœuvres. Le machiniste ne fait qu'amener son train. On cherche partout à réduire le temps nécessaire qu'on lui demande à l'arrivée et au départ des trains. Le machiniste ne se trouve arrêté au disque ou empêché de rentrer au dépôt que dans des cas exceptionnels.

M. Banderali. Il y a une chose qui m'a préoccupé surtout quand j'ai traité ce point dans mon rapport : c'est le temps pendant lequel on conserve quelquefois le mécanicien à l'arrivée du train dans la gare terminus. Ce n'est pas le retour au dépôt assez voisin où il doit se rendre qui est la cause de la perte de temps. S'il pouvait se dégager immédiatement, on éviterait cet inconvénient. Il y a bien des cas, qui tendent à devenir plus nombreux, où le service de l'exploitation ne se préoccupe pas assez de cette question et détient pendant un temps extrêmement long le personnel au fond des gares. Dans ces cas, on est obligé de donner au mécanicien un remplaçant pour lui permettre de faire son rapport tout de suite sans ajouter une fatigue considérable à celle qu'il éprouve déjà, en le retenant une demi-heure ou une heure.

M. Mayer. J'ai demandé la parole au moment où l'on disait qu'il était important de réduire le temps que le mécanicien passe dans la gare, après l'arrivée de son train, jusqu'au moment où il rentre dans le dépôt pour finir tout à fait sa tâche. Je vous dirai à ce propos ce que nous avons fait dans la gare de Paris-Saint-Lazare, et ce qui existe d'ailleurs à ma connaissance sur d'autres réseaux.

On sait que le dépôt de cette gare se trouve à Batignolles, c'est-à-dire à une distance de 2 kilomètres. Entre les deux points, il y a six voies principales et il c'est réservé aucune voie spéciale pour les machines. En outre, un si grand nombre

de trains parcourent les voies, qu'il faut un temps très long pour opérer la rentrée ou la sortie du dépôt des machines, ce qui constituait une aggravation très lourde du service des mécaniciens.

Depuis fort longtemps, en ce qui concerne les machines des lignes de banlieue, qui sont des machines-tenders, on s'était arrangé pour les alimenter d'eau et de combustible sans sortir de la gare, et on ne les faisait rentrer au dépôt qu'une fois le service fini ; mais la difficulté existait toujours pour les machines des grandes lignes. Voici ce qui a été fait : On a disposé, non sans peine, dans la gare Saint-Lazare, un grand pont tournant, et les machines n'ont plus besoin d'aller à Batignolles. Elles évoluent sur le pont ; elles vont se garer et elles sont toutes prêtes, sans avoir été au dépôt, à reprendre un autre train. Vous voyez, messieurs, que tous les efforts sont faits pour remplir le desideratum que vous avez formulé tout à l'heure.

M. Banderali. On ne rencontre pas toujours le même empressement, ni les mêmes facilités.

M. Polonceau. Nous n'avons pas, à la Compagnie d'Orléans, de difficultés pour la rentrée des machines aux dépôts. Elles y rentrent presque immédiatement. C'est tout à fait exceptionnellement que la rentrée est retardée. Comme les dépôts sont plus ou moins éloignés des gares, on ne pourrait donner un remplaçant au machiniste. Le machiniste qui aurait remis le train serait obligé d'aller à pied au dépôt et n'arriverait pas plus vite.

M. le Président. Nous avons une petite ligne où se présente un cas différent. Nous tenons aux stations extrêmes une machine, l'antépénultième, allumée jusqu'à ce que le dernier train soit arrivé en gare.

Nous faisons la même chose au dépôt central. Cette pratique est entrée dans le service régulier. La machine spéciale allumée à cet effet est gardée en réserve.

J'ajouterai que cette organisation varie sur toutes les lignes, sur tous les points, sur tous les embranchements.

M. Banderali. Tout le monde est d'accord pour réduire le temps de l'attente autant que possible.

M. Henry. Quand on fait réparer la machine par le mécanicien, le travail accessoire devient une part importante de sa besogne. Mais on peut suivre une autre marche, même quand on n'a que des mécaniciens ouvriers. A ce point de vue, il y

a deux écoles : l'une fait concourir le mécanicien, pour une large part, à l'entretien de sa machine; l'autre ne voit dans le mécanicien qu'un simple conducteur de machine. Nous sommes de la seconde école au Paris-Lyon-Méditerranée; nous ne faisons plus faire par le mécanicien aucune réparation, aucun travail d'entretien à sa machine. Il ne fait plus les joints, il ne fait plus les lavages; il est purement et simplement conducteur de machine.

M. Delebecque. Nous avons été obligés d'en arriver là au Nord. Sans rechercher théoriquement si le système était bon ou mauvais, les ouvriers embauchés dans les régions industrielles du Nord ne veulent plus être mécaniciens. Nous ne trouverons donc plus, dans l'avenir, comme chauffeurs, et par conséquent comme mécaniciens, que des manœuvres, des hommes qui ne savent pas travailler mécaniquement. C'est à nous de voir quels sont ceux qui peuvent devenir des agents sérieux.

M. Henry. Jusqu'à présent, nous avons continué à recruter nos mécaniciens parmi les ouvriers ajusteurs, que nous trouvons facilement dans les régions industrielles traversées par notre réseau. Ce ne sont donc pas les difficultés de recrutement qui nous ont amenés à modifier notre manière de faire, mais nous avons cru préférable de ne faire exécuter par les mécaniciens qu'un travail de mécanicien et de confier à des ajusteurs le travail spécial d'entretien, lequel est mieux de leur ressort. Depuis longtemps déjà, nos mécaniciens ne faisaient plus, dans les dépôts, que la revision de leurs joints et le lavage des chaudières. Nous les avons dispensés de ce travail depuis un an, et nous avons ainsi supprimé un grand nombre de mécaniciens, qui ont été remplacés par quelques manœuvres. Nous avons opéré cette réforme progressivement, comme on doit faire pour toutes les réformes qui touchent au personnel. Les mécaniciens en sont enchantés; ils ne touchent plus à leurs machines que pour voir, une demi-heure avant le départ du train, si elles sont en bon état, pour les préparer et les graisser. Quand ils reviennent, ils rentrent leurs machines dans les dépôts, signalent les défauts qu'ils ont pu constater en route et ne s'en inquiètent plus.

M. Banderali. Avez-vous trouvé un avantage pécuniaire dans ce système au point de vue de l'économie du personnel et des dépenses?

M. Henry. Voici l'économie que nous avons réalisée de ce chef sur notre personnel : Nous avons supprimé 70 mécaniciens et 70 chauffeurs et augmenté de 50 le nombre de nos manœuvres; nous avons ainsi économisé 365,000 francs par an, rien que sur le personnel. De plus, nous avons pu retirer du service 70 machines

que nous utiliserons quand le trafic reprendra et qui nous éviteront la construction d'autant de machines nouvelles.

M. le Président. Puis-je demander si, sur la ligne du Nord, les conducteurs de machines font les joints et assistent aux lavages ?

M. Delebecque. Ils ne le font pas en général, mais ils savent le faire. Quand ils arrivent dans un dépôt où ils doivent stationner, ce sont des ouvriers spéciaux qui font les joints, qui exécutent les lavages, qui resserrent les coussinets, etc.

M. Mayer. On a dit qu'il y avait deux écoles pour le travail des machinistes. J'ai déjà expliqué à laquelle de ces deux écoles nous nous sommes rattachés après de longues études comparatives; mais je reconnais que les deux sont bonnes, suivant les circonstances.

M. Henry. Je n'ai pas voulu les comparer.

M. Mayer. Cette question est très complexe. Je citerai un exemple qui m'est personnel. Nous avons été les héritiers des deux systèmes. Nous nous sommes trouvés à une certaine époque, il y a vingt-cinq ans, à la tête de deux divisions de traction qui différaient sous ce rapport et qui ont dû être fusionnées à ce moment-là.

Nous avons donc eu simultanément les deux exemples sous les yeux.

Le résultat final de la comparaison que nous avons établie entre les deux systèmes — je ne veux pas opposer l'un à l'autre — nous a engagés à prendre des mécaniciens ouvriers travaillant sur leur machine. La totalité du réseau est dirigée dans ce sens-là.

M. Henry. C'est une nouvelle constatation de ce fait sur lequel j'ai déjà insisté à plusieurs reprises, c'est qu'il est possible de faire aussi bien tout en faisant très différemment.

M. Polonceau. Dans la question des ouvriers, il faut considérer l'organisation complète du service du matériel et de la traction. Je ne dis pas que le système que nous suivons à la Compagnie d'Orléans soit le meilleur. Il a ses avantages et ses inconvénients, comme celui qui est adopté par la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée et par celle du Nord a ses bons et ses mauvais côtés.

Nous avons organisé notre service d'entretien du matériel roulant en intéressant le plus possible le machiniste au bon entretien de sa machine. Nous croyons que, pour entretenir une machine le plus économiquement possible, il faut faire,

sans retard, les plus petites réparations. Quand un coussinet a un peu de jeu, il faut immédiatement y porter remède. Quand un boulon se desserre, il faut le resserrer sur-le-champ. Eh bien, en intéressant le machiniste à la prompte exécution de ces travaux, en lui remettant pour ainsi dire sa machine à forfait, nous avons pu arriver à un bon résultat. Nous avons avec ce système l'avantage de réduire au minimum les approvisionnements de pièces de rechange. Nos approvisionnements sont extrêmement minimes. Je crois qu'il faut faire entrer en ligne de compte le capital d'approvisionnements, car si on diminue le capital-locomotives pour augmenter le capital-approvisionnements, on a fait une mauvaise opération. Dans les conditions actuelles, nous ne pensons pas avoir intérêt à changer une organisation qui fonctionne bien et dans laquelle tout le personnel trouve avantage à réduire les dépenses d'entretien. Sur 921 locomotives en service, nous en avons 832 attitrées et 164 banales; or, les dépenses d'entretien des machines banales sont environ le double de celles des machines attitrées.

M. Dieudonné (France). Je crois devoir dire deux mots du système suivi par la Compagnie de l'Est et qui se rapproche beaucoup de celui qui est adopté par la Compagnie du Nord et par la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée. Nous ne faisons pas travailler les mécaniciens aux machines. Ils font seulement en route ce que vient de dire M. Polonceau, c'est-à-dire qu'ils donnent, par exemple, un peu de serrage au coussinet qui a du jeu.

En ce qui concerne le recrutement du personnel, nous avons un mélange d'ouvriers d'état et de manœuvres. Suivant les circonstances du moment, les jours où nous avons besoin de mécaniciens, les ajusteurs des ateliers demandent plus ou moins à monter sur les machines. Généralement, nous constatons dans le service un peu plus de zèle chez les mécaniciens manœuvres que chez les mécaniciens ajusteurs. L'ouvrier ajusteur est moins facile à conduire. Je m'en suis rendu compte plus d'une fois par la comparaison respective des dossiers de ces deux catégories d'agents.

M. Kossuth. Je désire donner quelques informations sur ce qui se passe en Italie.

A ce point de vue, nous sommes les plus mal partagés. La Compagnie d'Orléans procède d'une manière, une autre Compagnie agit d'une manière différente. Nous supposons donc qu'en France vous êtes libres de recruter votre personnel de mécaniciens comme vous le jugez le plus utile et le plus avantageux pour vos Administrations. Malheureusement, il y a des pays où les choses ne se

passent pas ainsi. L'Italie est dans ce cas. Nous ne pouvons pas nommer de mécaniciens sans l'intervention de l'administration publique. Les examens en vertu desquels les chauffeurs sont déclarés mécaniciens, peuvent recevoir une machine et conduire un train, — ces examens, dis-je, sont présidés par un fonctionnaire du gouvernement, ingénieur du contrôle, en présence des agents de la Compagnie.

La chose est réglée par une instruction ministérielle qui date de 1874, et qui porte que, pour qu'un chauffeur puisse être admis à l'examen de mécanicien, il doit, s'il est ouvrier, avoir fait dix-huit mois de stage. S'il n'est pas ouvrier, ce stage doit être au moins de quatre ans. Avant de demander une session d'examens pour des mécaniciens, nous devons présenter au ministère des travaux publics, avec leurs dossiers, une liste des individus que nous avons l'intention de soumettre à cette épreuve.

Au commencement, on avait l'habitude d'admettre une certaine proportion, je ne me rappelle plus exactement le chiffre, un sixième, je crois, d'individus qui n'étaient pas ouvriers; mais depuis quelque temps, on ne veut malheureusement même plus de ceux-là. On exige que les candidats soient ouvriers. Même si on nous donnait les mêmes facilités qu'il y a quelques années, nous serions encore fort embarrassés, puisqu'on exige de ceux qui ne sont pas ouvriers quatre années de stage.

Je ne me prononce pas sur ces dispositions qui régissent notre pays. Je ne dis pas si elles sont bonnes ou mauvaises. Chacun jugera.

M. le Président. Vous avez dit : « malheureusement ».

M. Kossuth. Du moment qu'on m'impose la responsabilité, je voudrais avoir la liberté de choisir mon personnel.

M. Polonceau. J'ai été treize ans en Autriche. Nous recrutions alors notre personnel comme on le fait en Italie, selon le procédé indiqué par M. Kossuth. Ce personnel n'était pas meilleur que celui que nous avons en France. De semblables dispositions n'ont aucune utilité.

Quant à ce que M. Dieudonné a dit par rapport aux machinistes qui ne sont pas ouvriers, nous ne partageons pas son avis. En général, le personnel qui n'est pas ouvrier fait un service inférieur. Nous avons un certain nombre de machinistes non ouvriers qui sont restés longtemps dans les dépôts et dont le travail est moins bon que celui du personnel ouvrier. Ils sont aussi plus difficiles à conduire. Notre personnel machiniste ne nous donne pas de difficultés.

M. Dieudonné. C'est une question de statistique.

M. Polonceau. Cela tient à l'organisation.

M. le Président. Le personnel ouvrier a l'avantage de pouvoir réparer en route les petits accidents qui peuvent survenir à la machine. Il sait faire un joint, démonter un cylindre, etc.

M. Delebecque. Tous les gens qui ont roulé quelque temps savent faire cela.

M. Banderali. Il me semble que nous avons traité suffisamment cette question. Nous dirons que les avis sont partagés.

Il nous reste à nous occuper du dernier point de mon résumé et qui concerne la réduction du nombre des nuits passées hors du domicile.

M. Mayer. On a déjà traité cette question. Il y a nécessairement un certain nombre de nuits à passer hors du domicile d'après la marche des trains.

M. le Président. On peut organiser le service de façon que le nombre de ces nuits soit le moins considérable possible.

M. Mayer. Il faut bien passer un certain nombre de nuits dehors.

M. Henry. On ne peut changer les horaires des trains.

M. Parent. Il n'est pas seulement question là des nuits. On a voulu dire que le mécanicien ait le moins de déplacements possible.

M. Banderali. J'exprime un désiratum.

M. Parent. Nous cherchons des roulements dans lesquels il y ait le moins de déplacements possible.

M. Banderali. *Possible.*

M. le Président. Je crois que nous sommes d'accord à cet égard. Nous pouvons donc considérer toutes les conclusions du rapport de M. Banderali comme approuvées. (*Adhésion.*)

Séance du 24 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : LE MÊME

M. Banderali donne lecture d'un projet de conclusions relatives à la question VII.

— Ce projet est adopté sans observations. Il sera lu en séance plénière.

intensive, patronnée par le Congrès de Bruxelles, doivent varier avec les circonstances.

Les différences entre les parcours annuels des locomotives du nouveau monde et celles de l'Europe sont assez considérables, puisqu'ils sont chez les uns de plus de 50,000 kilomètres, tandis que chez les autres ils sont de 30,000 kilomètres environ.

Mais il y a, suivant l'avis de quelques ingénieurs, des différences dans le groupement des éléments qui entrent dans l'établissement de ces chiffres, différences qui doivent réduire cet écart.

Si fort qu'on veuille le réduire, il n'en reste pas moins important. Sur les réseaux où l'on emploie le système dit « de l'équipe simple », c'est-à-dire où le personnel suit toujours sa machine, la configuration des réseaux ou les conditions de l'exploitation permettent souvent de faire faire, au personnel et à la machine qu'il conduit, de fort longs parcours, convenablement coupés de repos, qui raniment à propos les forces de l'homme.

La préoccupation d'augmenter le parcours annuel des machines n'en a pas moins eu déjà quelques conséquences importantes : ainsi, sur l'un des réseaux où le système de la simple équipe a été énergiquement maintenu, après une étude approfondie, sur la ligne de Paris-Lyon-Méditerranée, cette préoccupation a déterminé le déplacement de certains dépôts trop rapprochés, en vue d'augmenter la longueur des étapes et le parcours kilométrique mensuel, qui dépend évidemment, en grande partie, de la longueur de ces étapes.

Cette réforme, dans l'espacement des dépôts, qui ne peut s'appliquer que lorsqu'on n'a pas atteint les limites du service quotidien qu'on peut imposer au personnel, a eu pour résultat, sur cet important réseau, une diminution dans l'effectif des machines en service, de 60 à 70, correspondant à 60 ou 70 équipes de personnel.

On a également signalé, comme une des conditions du succès de cette réforme, que le matériel moteur qui en est l'objet puisse supporter, par sa constitution mécanique même, notamment par la nature de ses grilles, ces parcours prolongés.

Une des causes de réduction dans le rendement annuel des locomotives, est évidemment le grand nombre de machines de réserve qui sont immobilisées, surtout sur les réseaux français, dans l'attente de secours ou d'accidents qui deviennent de plus en plus rares.

Pour certain grand réseau de plus de 7,000 kilomètres (Paris-Lyon-Méditerranée), ce service immobilise tous les jours 103 machines, dont l'ensemble

pourrait représenter, si elles étaient utilisées, un parcours annuel, même au taux réduit des parcours européens, de plus de 3 millions de kilomètres.

Personne n'a la pensée qu'il faille supprimer les machines de secours ou de réserve, qui, cependant, sont absolument inconnues aux États-Unis; mais l'opinion a été émise que *tous les efforts devaient tendre à la réduction des services de réserve, services qui absorbent environ 6 p. c. du matériel, et correspondent, pour le matériel immobilisé, à une diminution de parcours de 20 à 25 p. c.*

Il semble aussi qu'un élément incertain entre dans l'évaluation des parcours annuels : c'est la traduction kilométrique des heures de manœuvres dans les gares, qui varie d'un réseau à l'autre, et qui, par sa variation même, rend, dans une certaine mesure, difficile la comparaison du rendement effectif des locomotives.

A ce point de vue, il faut admettre que cette évaluation en kilomètres de parcours, d'heures de manœuvres, dépend des habitudes de l'exploitation et de l'activité même du personnel, et l'on doit désirer que le taux en soit fixé aussi exactement que possible, au moyen d'expériences directes.

D'ailleurs, l'habitude, déjà prise, de distinguer les parcours en manœuvres des parcours en service, est un élément de statistique qu'il ne faut point négliger.

Double équipe. — La discussion a ensuite porté sur les avantages et les inconvénients du système de la double équipe, c'est-à-dire de celui qui consiste à confier la conduite d'une machine à deux personnels dont le service alterne de manière à maintenir la locomotive en feu et en service, aussi longtemps qu'elle n'est arrêtée ni par la nécessité d'un lavage, ni par une avarie.

Sur plusieurs chemins de fer américains, les circonstances de l'exploitation se sont prêtées à ce service, employé surtout pour les trains de voyageurs.

Les locomotives sont, dans ce cas, pour ainsi dire spécialisées dans une direction donnée, et doivent trouver, dans cette direction, des éléments d'un assez grand trafic, des longueurs de trajet et des heures de départ, combinées de manière à favoriser, après un séjour suffisant, le retour du mécanicien à son point d'attache. Une équipe nouvelle reprend la machine, pendant que la première se repose, et, par ce procédé, le parcours annuel moyen général par unité de l'effectif total du matériel moteur, peut s'élever à 60,000 kilomètres. C'est le chiffre du New York Central and Hudson River Railroad.

Les représentants de l'État belge, du chemin de fer de l'État suédois, ou du Nord de l'Espagne, qui ont essayé, depuis le Congrès de Bruxelles, le système de

la double équipe dans des cas spéciaux qui s'y prêtaient, ont fait connaître à la section le bon résultat de leurs essais.

Depuis plus d'un an, sur la ligne de Schaerbeek à Arlon (État belge), par exemple, divisée en trois sections à peu près d'égale longueur, le système fonctionne avec des avantages reconnus et sans inconvénient. Le parcours mensuel des locomotives s'est élevé de 3,000 à 5,800 kilomètres, et 60 machines surannées ont pu être retirées du service.

Mais si la double équipe permet une meilleure utilisation du matériel, il est rare qu'elle n'entraîne pas à sa suite une moindre utilisation du personnel. C'est ce qui fait que, dès aujourd'hui, elle aurait moins de partisans que l'équipe banale, dont nous parlerons plus tard, et à laquelle ce reproche ne peut être adressé.

Tandis que les essais se poursuivaient, plusieurs ingénieurs, entre autres ceux de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, ont cherché, en combinant des roulements choisis sur leur réseau, d'après la méthode de l'équipe double, à se rendre compte des avantages pécuniaires qui pourraient résulter de l'adoption du système.

Le résultat de ces études minutieuses a été que, en service courant, le bénéfice, qu'on obtenait en diminuant le nombre des locomotives en roulement, était compensé presque exactement par les frais qu'entraîne l'augmentation du personnel.

Ces études, qui ont été développées devant la section, sont bien une preuve que le système qui convient dans certains cas ne convient pas dans tous, et que chacun doit faire ce travail préalable, pour se rendre compte de l'opportunité de l'application du régime.

Il convient d'ajouter, bien entendu, qu'elles prouvent en même temps que les inconvénients du système, même au point de vue pécuniaire, sont assez faibles pour n'en pas interdire l'application, si une nécessité absolue l'imposait.

En somme, les applications étendues, en Amérique, de la double équipe, et les divers essais de ce système poursuivis depuis deux ans, semblent démontrer que, dans certains cas spéciaux, surtout quand le mouvement des trains s'y prête et qu'on a avantage à sacrifier la bonne utilisation du personnel à celle du matériel, il peut être appliqué sans donner lieu à un excès de dépense ou à un excès de frais d'entretien.

Le nombre de ces cas spéciaux paraît, d'ailleurs, assez restreint.

Roulement banal. — Le principe des machines et équipes banales consiste à

confier un service fait par un groupe de locomotives à un groupe de mécaniciens, pour ainsi dire associés, toutes les machines étant tour à tour et indistinctement conduites par tous les mécaniciens du groupe dans un ordre déterminé.

Presque partout aux États-Unis, on est d'accord pour employer le système en cas d'accroissement imprévu de trafic, et c'est même dans un de ces cas qu'il a pris naissance sur le Pennsylvania Railroad, dont l'étendue dépasse 10,000 kilomètres, et sur une division duquel il est appliqué, depuis dix ans, en service normal, et de préférence à tout autre.

Le service des marchandises de la section d'Altoona à Harrisbourg occupe 50 machines menées indifféremment par 62 personnels.

La durée du trajet est de 11 heures; sa longueur, de 211 kilomètres.

Les machines ne séjournent guère qu'une heure à l'extrémité de leur parcours, et retournent dans les mains de la première équipe qui se rencontre prête à partir.

La comptabilité du combustible et des matières de consommation, en vue d'établir les primes d'économie du personnel, est soigneusement tenue.

La section a entendu l'affirmation renouvelée que ce système de roulement banal fonctionne d'une manière satisfaisante, sans que les dépenses d'entretien et de consommation aient dépassé le taux normal.

Le rendement de l'effectif moteur se trouve accru de 25 p. c. sans accroissement de personnel; le service est mieux surveillé; mais il faut disposer, aux extrémités du parcours, de moyens puissants de réparation, car le personnel conducteur, composé de manœuvres, ne doit jamais s'occuper de l'entretien des machines. Enfin, une discipline sévère et acceptée est indispensable au succès du régime.

Les résultats des essais du roulement banal faits en Europe ont été résumés dans l'exposé présenté à la section. Si, d'un côté, ils ne suffisent pas pour détruire les objections que les adversaires du système y opposent, de l'autre, il n'est point prouvé qu'ils les confirment.

D'après l'avis des ingénieurs qui l'ont essayé, si le service intensif entraîne naturellement une usure plus rapide des locomotives (ce qui, pour quelques-uns, présente l'avantage de diminuer la durée de l'effectif tout en augmentant son rendement annuel), aucun chiffre précis ne permet de se prononcer d'une manière décisive sur l'influence qu'il a sur la consommation de combustible.

Un travail minutieux a été également fait par la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, pour chercher d'avance les résultats que donnerait l'application du roulement banal sur la plus grande partie de son réseau.

Pour le parcours de Paris à Avignon, qui serait le plus favorable à l'application du système, il amènerait une diminution de 27 p. c. dans le nombre des locomotives, sans augmenter le personnel; et, sur le réseau entier, toujours sans augmentation de personnel, une réduction sur l'effectif-machines de 168 unités, soit 12 p. c.

En traduisant ces calculs en argent, on trouve qu'il suffirait d'une augmentation, dans la consommation de combustible, de 4 à 5 p. c., pour que les avantages ci-dessus mentionnés disparaissent.

La Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée se demande si, dans ces conditions, il vaut la peine, à moins de nécessité absolue, de tenter une modification aussi hasardée et aussi radicale du service.

Toutes ces études prouvent deux choses : d'abord, que le système ne peut pas convenir à tous les cas d'exploitation; ensuite, qu'avec des conditions différentes de recrutement, de salaire du personnel, de prix de combustible et de matières, etc., le régime, désavantageux ici, peut être avantageux ailleurs.

En résumé, sur cette question, l'opinion de la section pourrait se formuler, sans blesser aucune conviction et sans attenter à la liberté de chacun, de la manière suivante :

Le système banal, dont l'application n'entraîne point une augmentation de personnel, peut convenir à certains cas particuliers d'exploitation; mais, dans chaque cas, l'application doit être soigneusement préparée, justifiée par une étude complète des conditions de cette application et scrupuleusement surveillée.

B. — JUSTE DISTRIBUTION DU TRAVAIL.

L'importance d'une juste distribution du travail du personnel, en tenant compte des diverses saisons, de la complexion du service, des conditions hygiéniques des zones parcourues, préoccupe avec raison toutes les Compagnies.

L'écart entre le travail effectif du personnel et le travail moyen, qui résulte de l'ensemble des nécessités d'un service de traction, doit être le plus faible possible en dessus et en dessous de cette moyenne; c'est-à-dire qu'on obtient de meilleurs résultats, tant au point de vue du bien-être des équipes que de leur bon service, en régularisant la répartition de ce service sur l'ensemble du personnel de ces équipes.

Le service normal du personnel, tel qu'il est établi, n'atteint pas, sur tous les réseaux, les limites du travail qu'on peut demander raisonnablement au per-

sonnel, sans porter atteinte à sa santé et sans compromettre la sécurité; et c'est un préjugé de croire que l'existence des mécaniciens est extrêmement pénible : c'est une légende, une erreur qu'il faut déraciner à tout prix. Si le métier a certaines rigueurs, il aide en même temps, pour les natures bien constituées, au développement des forces, au maintien de la santé et de la vigueur.

Les infirmités prématurées ne sont pas plus nombreuses dans la carrière des mécaniciens que dans bien d'autres. D'ailleurs, la préoccupation du bien-être du personnel est générale et se manifeste de diverses manières. Les cabines qui l'abritent sur les machines sont difficiles à établir dans des conditions satisfaisantes : imparfaitement fermées, elles paraissent plus nuisibles qu'utiles. D'un autre côté, toutes les installations fixes des dépôts, où le personnel doit trouver un repos nécessaire, doivent être très soignées : lavabos, réfectoires, dortoirs, salle de bains même sont, sur plusieurs réseaux, mis à sa disposition.

Enfin, tous les efforts tendent à diminuer les pertes de temps, réellement inutiles, qui précèdent ou suivent le service effectif de la conduite des machines.

Cette dernière règle, qui est suivie d'une manière absolue dans certaines Compagnies d'Angleterre, d'Amérique et même de France (Paris-Lyon-Méditerranée), n'est toutefois point générale, surtout quand le personnel est chargé des petits travaux d'entretien de sa machine.

La Compagnie que je viens de citer a, par son exemple, supprimé pour son personnel l'obligation de faire les joints, les lavages, etc., petits travaux dont des manœuvres peu payés peuvent avantageusement s'acquitter, tandis que le mécanicien reste libre de l'emploi de son temps.

L'essai étendu de ce système, assez nouveau en France, a pu produire une économie de 70 équipes sur le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée, c'est-à-dire de 140 hommes qu'il a suffi de remplacer par quelques brigades de laveurs.

Ici encore, deux systèmes se trouvent en présence : les uns préfèrent, dans le recrutement des machinistes, rechercher les ouvriers d'état, quoiqu'ils soient plus difficiles à conduire, et leur confier les travaux de réparation. D'autres, au contraire, se contentent de manœuvres, plus facilement recrutables, et d'autant plus dociles que la position qu'ils occupent est plus inespérée.

Pour les uns et pour les autres, tous les efforts doivent tendre à diminuer les causes de fatigues inutiles; et, parmi celles-ci, nulle n'est plus pénible que l'obligation, jusqu'à un certain point inévitable, pour le personnel, de passer en service et hors du domicile un nombre assez considérable de nuits, et de nuits successives.

Toutes les Compagnies sont d'accord pour que tous les adoucissements compatibles avec un bon service soient accordés au personnel, et son bien-être doit continuer à être l'objet d'une constante sollicitude.

En résumé, messieurs, il semble que la question qui nous occupe ait quelque peu mûri, depuis la session de Bruxelles du Congrès; et, s'il était permis de formuler un vœu, je crois que la section formulerait volontiers celui de voir les Compagnies continuer à porter leur attention sur les applications possibles du régime des équipes doubles ou du roulement banal, qui, sinon dans des organisations de service générales, au moins dans des cas exceptionnels, peut rendre de très réels services.

Au milieu de ces recherches et de ces études, le bien-être du personnel doit continuer à ne jamais être perdu de vue. (Applaudissements.)

M. Griolet (France). Messieurs, je ne demande pas qu'il soit rien ajouté au rapport si remarquable et si complet de M. Banderali; mais je voudrais cependant exprimer un regret.

D'après son rapport, la section ne me paraît pas avoir attaché assez d'importance à deux conséquences certaines de l'emploi soit de la double équipe, soit de l'équipe multiple. Il y est reconnu que l'emploi de l'équipe multiple peut procurer, sur les services auxquels elle est affectée, une économie qui va jusqu'à 27 p. c. de l'effectif des machines. Je crois que ce résultat peut être considéré comme d'une importance extrême.

Pour mieux faire comprendre ma pensée, je prends l'hypothèse suivante, que je ne crois pas éloignée de la vérité : Une grande Administration de chemins de fer en Europe possède un effectif de machines représentant, je suppose, une valeur de 100 millions. L'équipe multiple peut être appliquée à peu près à la moitié des services; je devrais dire plutôt à la moitié des parcours. Ainsi qu'on vous l'a dit tantôt, l'équipe multiple a paru applicable aux parcours entre Paris et Avignon, c'est-à-dire, en réalité, sur un réseau, à tous les grands transports; c'est déjà là un résultat très considérable.

On réaliserait donc, dans ces conditions, une économie qui pourrait facilement être représentée, pour l'Administration à laquelle je fais allusion, par 25 p. c. de la moitié de l'effectif des machines; ce serait donc une économie en argent de 12 millions au moins. Il faudrait y ajouter une somme à peu près égale pour représenter l'économie obtenue sur les installations des dépôts et ateliers. Je ne crois pas trop m'avancer en évaluant à 2 millions par an la charge d'intérêt et

d'amortissement de ce capital de 24 à 25 millions ainsi que l'entretien des installations.

La grande Administration dont je vous parle réaliserait donc une économie de 2 millions par an par le fait de l'application de l'équipe banale.

Je pense qu'il serait très difficile d'établir que la perte à faire sur la consommation du combustible, à raison d'une application imparfaite du système des primes, approcherait d'une somme équivalente à ce bénéfice.

L'économie sur le capital a, aujourd'hui, plus d'importance que jamais. Toutes les Administrations publiques et privées de chemins de fer de l'Europe sont, on peut le dire, dans un état de gêne véritable, soit à cause de l'aggravation des dépenses, soit par suite de la diminution du trafic, soit par le fait de l'augmentation des charges d'intérêt. Il ne faut jamais perdre de vue cette considération, de quelque côté qu'on envisage la question des chemins de fer, soit qu'on songe aux tarifs, soit qu'on se préoccupe des économies à réaliser dans le service.

En outre, le système de traction actuellement en usage a pour résultat de donner des parcours annuels très faibles. Il en résulte que les machines ont une trop longue durée; d'où cette conséquence que toutes les Administrations de chemins de fer ont, dans leur effectif, un nombre trop considérable de locomotives que j'appellerai arriérées, démodées, dont l'utilisation est désavantageuse. Il faut prévoir l'avenir à ce point de vue. Or, dans dix ans, par exemple, il y aura des centaines de machines dont on sera ainsi fort embarrassé. Si l'on parvenait à trouver un système d'exploitation permettant d'en obtenir toute l'utilisation possible pendant un temps déterminé, il en résulterait un avantage énorme au point de vue financier et au point de vue technique.

D'autre part, il est évident que si l'on parvenait à appliquer un système permettant de changer le mécanicien et le chauffeur sur la même machine, on arriverait à une meilleure utilisation du personnel, et on lui imposerait moins de fatigue.

Il faut bien l'avouer, c'est là un problème excessivement compliqué. Il s'agit de combiner le service de façon à avoir égard à la fois à la fatigue de la locomotive et à celle du mécanicien. Pourquoi ne pas se donner plus de liberté en détachant le mécanicien de la machine?

La vérité est que, lorsqu'il s'agit de mettre en pratique des systèmes nouveaux, les objections surgissent de toutes parts; et, permettez-moi de vous le dire, les hommes techniques sont ceux qu'elles frappent le plus. Je lisais, par exemple, il n'y a pas longtemps, dans un journal français, un article curieux sur une invention nouvelle. On cherche, paraît-il, partout des poudres qui ne produisent ni

bruit, ni fumée. L'auteur de l'article, qui est certainement un officier distingué, estimait que ce serait là un avantage énorme; en effet, dans les batailles, le bruit est tel que les soldats n'entendent plus la voix du chef, la fumée est telle qu'ils ne voient plus l'ennemi qu'ils doivent combattre, tandis que cette fumée les décèle eux-mêmes. Il ajoutait cependant : « Il faudra peut-être regretter ce bruit et cette fumée, car, sans ce bruit, Desaix, à Marengo, ne serait pas arrivé au secours de Bonaparte. A Austerlitz, sans la fumée, tel autre général n'aurait pas vu le point qui devait décider du gain de la bataille. » Nous sommes peut-être aussi ingénieux, dans le cas qui nous occupe, à trouver des inconvénients et des objections assurément plus sérieuses, mais peut-être aussi sans portée réelle.

Dans des questions de cette nature, messieurs, permettez-moi de vous le dire, nous, administrateurs de chemins de fer, qui sommes incompetents, nous sommes peut-être mieux placés pour juger, car ce qui nous frappe le plus, ce dont nous avons à nous occuper surtout, c'est l'économie sur le capital; ce qui nous frappe aussi — et on ne saurait trop y insister — c'est la facilité, bien plus grande d'améliorer le service au point de vue du personnel, qui cesse d'être attaché à la machine, en sorte qu'il serait bien plus aisé de proportionner le service à ses forces et de tenir compte de ses besoins.

M. Belpaire (*Belgique*). Messieurs, je n'ai pas l'intention de suivre M. Griolet sur le terrain où il se place. Il a brillamment exposé ses idées, mais nous avons aussi examiné le pour et le contre, et nous avons été d'avis que, partout où l'on pouvait organiser convenablement le service de la double équipe, il y avait avantage à le faire. Nous sommes donc d'accord au fond.

Nous pensons, et l'expérience s'est prononcée à ce sujet, qu'il y a beaucoup de circonstances dans lesquelles ce service ne peut être établi convenablement; les services d'exploitation auraient aussi à s'organiser autrement. C'est donc une étude à faire.

Je crois que la discussion pourrait être considérée comme close; il serait bien entendu qu'il ne s'agit pas d'un rejet, que les services de la traction continueront leurs recherches pour arriver à un résultat convenable dans ces conditions.

Un de nos collègues a fait cette observation qu'il était peut-être dangereux de réduire l'effectif des machines à sa plus simple expression; que, si l'on avait à faire des transports exceptionnels, on pourrait se trouver dans l'embarras. Il y a quelques années, certaines Compagnies ont dû acheter des locomotives à tout prix

et n'importe où pour venir au secours de leurs services d'exploitation. Si on utilisait les locomotives d'une manière absolument intensive, on n'aurait peut-être plus la réserve voulue pour faire un travail supplémentaire.

— Les conclusions de la 2^e section sont ratifiées par l'assemblée.



ERRATA

Page xxxiii, lignes 22 et 23, au lieu de : *directeur*, lire : *président*, et au lieu de : *secrétaire*,
lire : *directeur*.

— xxxiv, ligne 5, supprimer l'astérisque à côté du nom de M. van der Vliet.

— fV-53, ligne 27, au lieu de : *l'effectif est calculé*, lire : *l'effectif était calculé*.

TABLE DES MATIÈRES

DU

VOLUME I

	Pages.
AVANT-PROPOS	v
Organisation et ouverture de la deuxième session.	
Règlement de la deuxième session	vii
Questionnaire	x
Membres du Congrès	xvi
Correspondants de la Commission internationale à Milan	xxxix
Servicé sténographique	xxxix
Séance solennelle d'ouverture	xl
Installation des sections	li
Composition des bureaux	lvi
Travaux préparatoires, discussions et conclusions relatifs aux divers articles du questionnaire.	
I^{re} QUESTION. — Règlement du Congrès.	
Premier projet présenté par la Commission internationale	I — 3
Discussion en séance plénière, deuxième projet de dispositions statutaires et régle- mentaires présenté par la Commission internationale et conclusions	I — 9
Annexe : Texte définitif des dispositions statutaires et réglementaires	I — 17
II^e QUESTION. — Traverses métalliques.	
Exposé par M. Kowalski (fig. 1 à 4, p. 36)	II — 3
1 ^{re} note par l'Administration des chemins de fer de l'État néerlandais (pl. I, fig. 1 et 2, p. 41, et fig. 1 à 11, p. 46).	II — 37
2 ^e note par l'Administration des chemins de fer de l'Est français (pl. II et III)	II — 48
3 ^e — — — — — de l'État belge	II — 50
4 ^e — — — — — méridionaux (Italie)	II — 54
5 ^e — par M. Hohenegger (fig. 1 et 2, p. 58)	II — 57
Discussion en section	II — 66
Discussion en séance plénière et conclusions	II — 110
Annexes : A. Note de M. Morandière (pl. IV). — B. Note du North Eastern Railway	II — 116

III^e QUESTION. — Ponts métalliques.

1 ^{re} note par l'Administration des chemins de fer méridionaux (Italie)	III —
2 ^e note par M. L. Derote	III —
Discussion en section	III —
Discussion en séance plénière et conclusions	III —

IV^e QUESTION. — Entretien des voies.

Exposé par M. L. Piéron	IV —
1 ^{re} note par l'Administration des chemins de fer de l'Est français	IV —
2 ^e note par M. A. Daussin	IV —
3 ^e note par l'Administration des chemins de fer méridionaux (Italie)	IV —
Discussion en section	IV —
Discussion en séance plénière et conclusions	IV —
Annexes : A. Note de l'Administration du North Eastern Railway. — B. Note de l'Administration du chemin de fer du Gothard	IV —

V^e QUESTION. — Mesures contre les neiges.

Exposé par M. Rocca (pl. V, VI et VII)	V —
1 ^{re} note par M. Daussin	V —
2 ^e note par l'Administration des chemins de fer de l'Est français	V —
3 ^e note par M. Pogrébinsky (fig. 1 à 3, p. 70, et pl. VIII, IX, X et XI)	V —
Discussion en section	V —
Discussion en séance plénière et conclusions	V —
Annexe : Note de M. Pogrébinsky	V —

VI^e QUESTION. — Voies très fatiguées.

Exposé par M. Siegler (pl. XII)	VI —
Discussion en section	VI —
Discussion en séance plénière et conclusions	VI —
Annexes : A. Note de l'Administration du North Eastern Railway. — B. Note de M. Hohenegger (pl. XIII)	VI —

VII^e QUESTION. — Roulement des mécaniciens.

Exposé par M. D. Banderali	VII —
1 ^{re} note par l'Administration des chemins de fer de l'Est français	VII —
2 ^e — — — — — de la Méditerranée (Italie)	VII —
3 ^e — — — — — de l'État néerlandais	VII —
4 ^e — — — — — de l'État belge	VII —
5 ^e — — — — — de l'État suédois (pl. XIV et XV)	VII —
6 ^e — — — — — du Nord de l'Espagne (pl. XVI)	VII —
Discussion en section	VII —
Discussion en séance plénière et conclusions	VII —

ERRATA.

TABLE DES MATIÈRES.

FIN DU VOLUME I

Fosés de 1886 et 1887.

Renforcement

ère

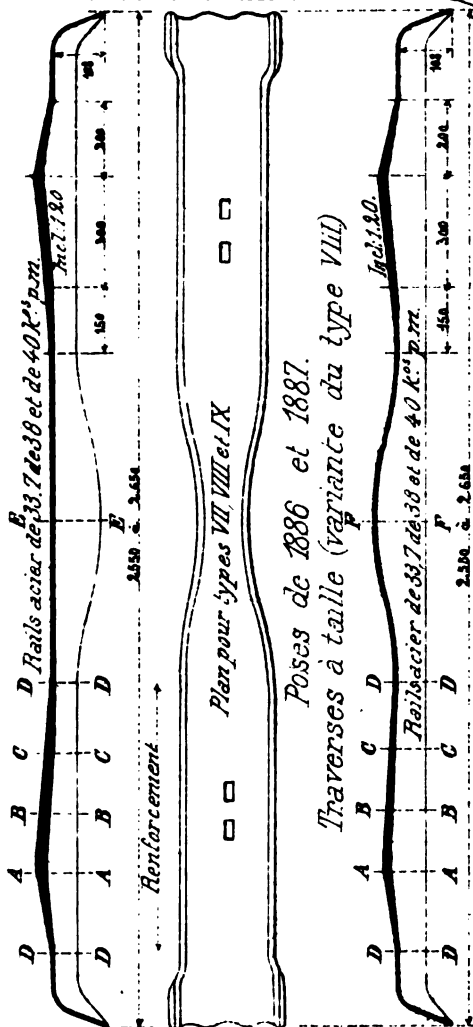
avant

s très

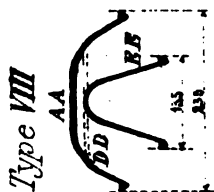
able re

gnements et courbes ont identiquement le même perrage.
ères rectangulaires à angles arrondis.)

Poses de 1886 et 1887.
traverses à taille.



ère acier tendre
orçant à 57% k^{en} profil BB constant
63% k^{en}
s très exposées courbes pentes etc
able renforcement et inclinaison 1:20.



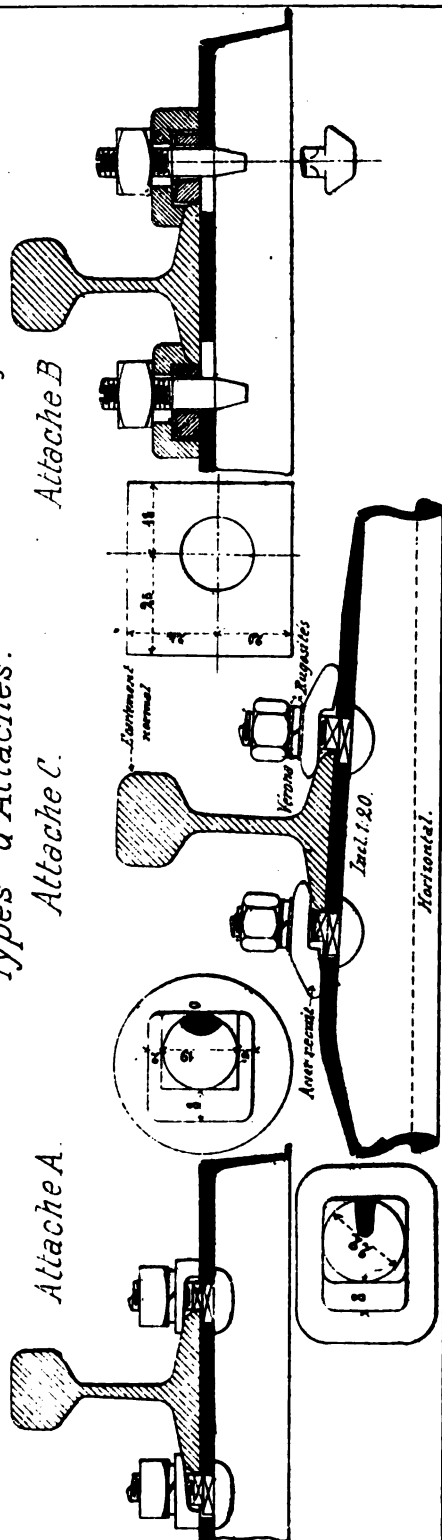
Système Rothet-Schüler.

Types d'Attaches.

Attache B

Attache C

Attache A

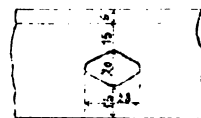
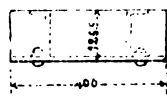
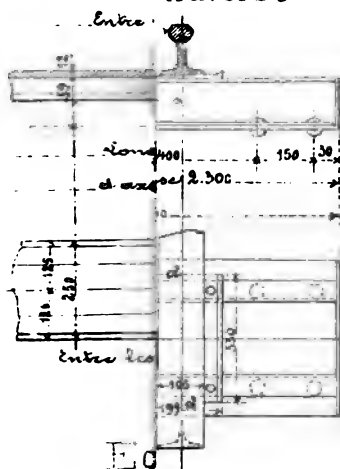


traverse

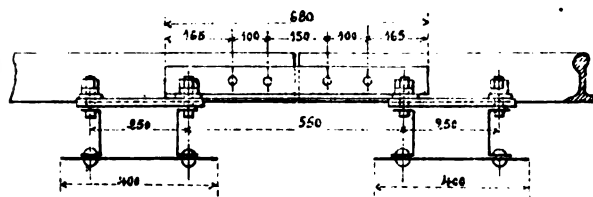
Modèle C.

Vue du bout de la traverse.

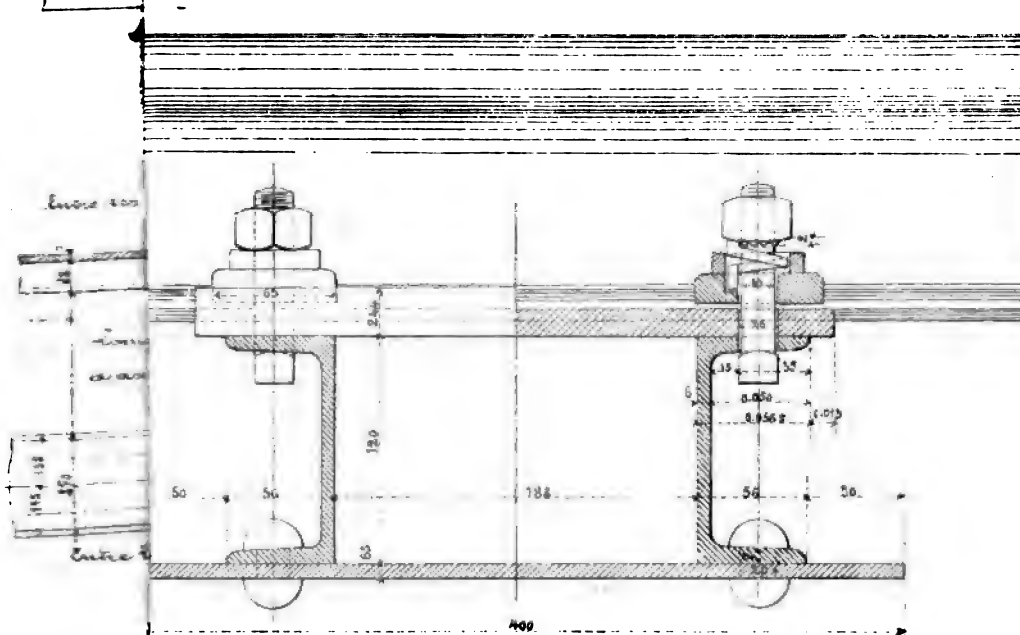
Forme des trous à faire dans le cha-
peau des fers en I pour le logement des
ergots d'écrou détaché du rail.



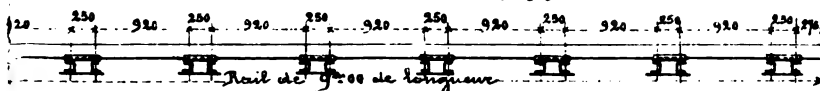
Eclisse

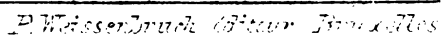


Coupe transversale de la traverse.



Pose d'un rail de 9 mètres.

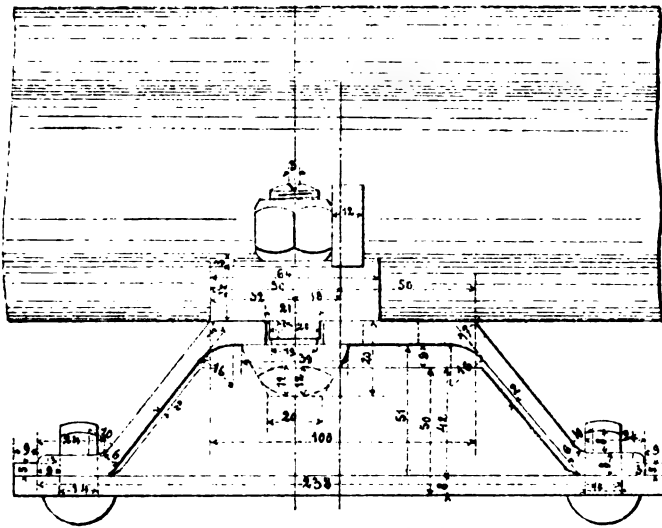




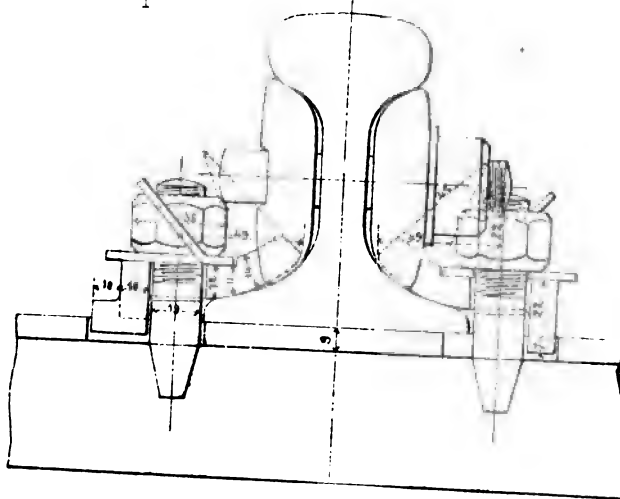
Chemins de fer de l'Etat Belge

Essais de voies sur traverses en fer antérieurs à 1885.

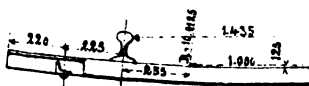
Vue longitudinale.



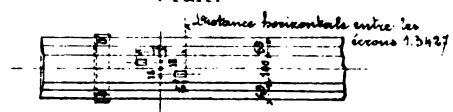
Coupe transversale à l'about du rail

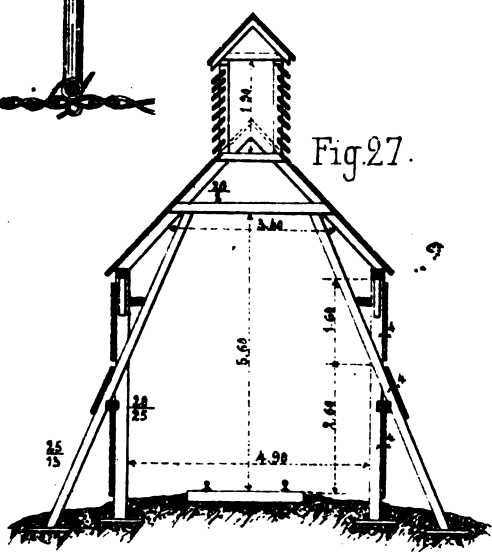
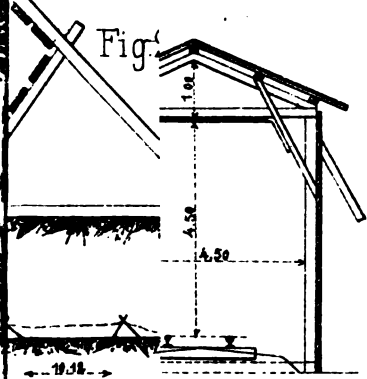
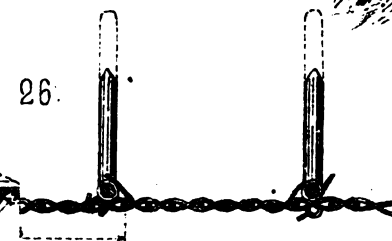
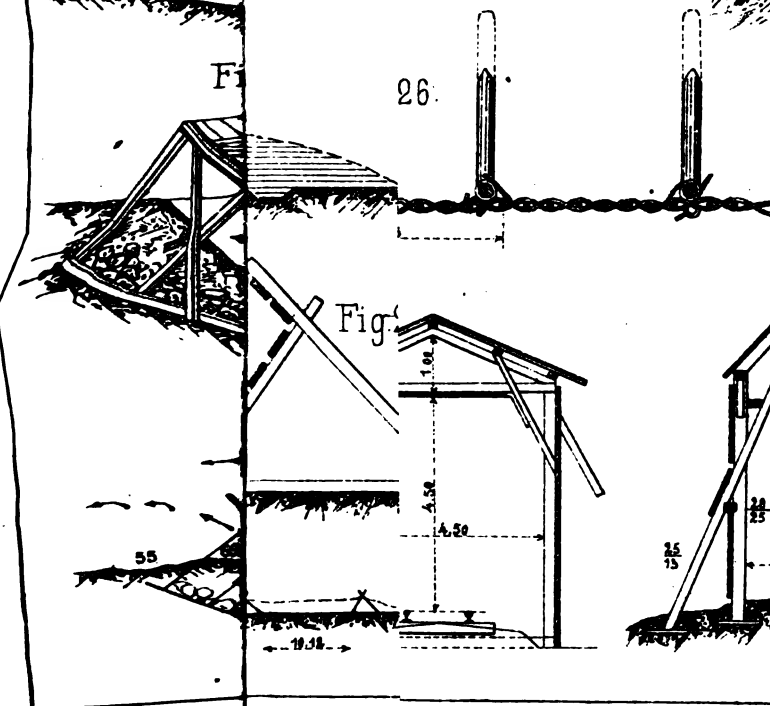
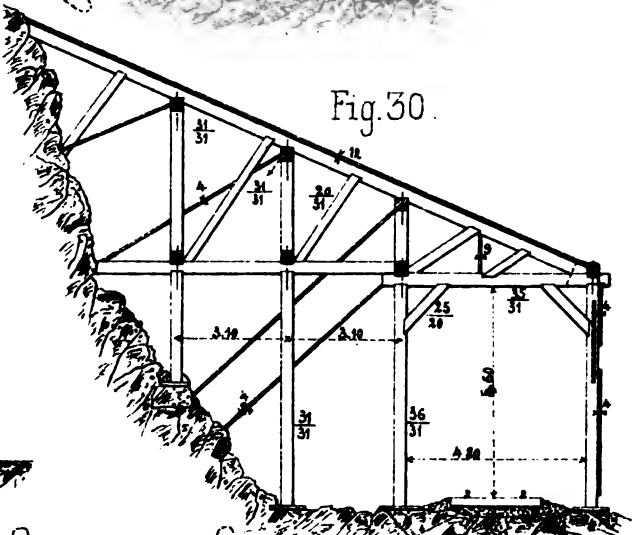
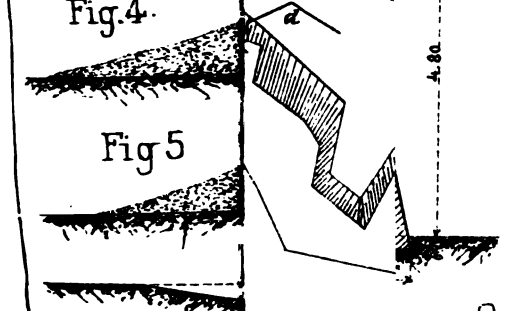
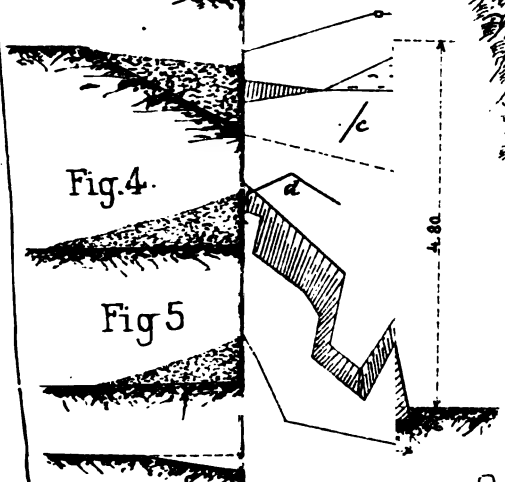
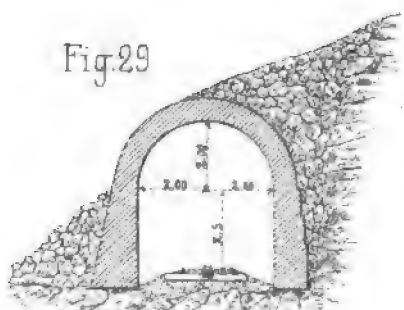
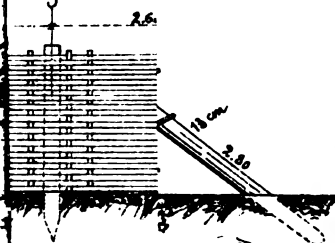
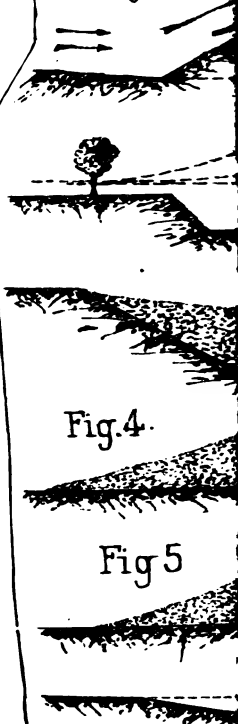


Elévation de la traverse



Plan.





Sessi

Fig.



Fig.4.

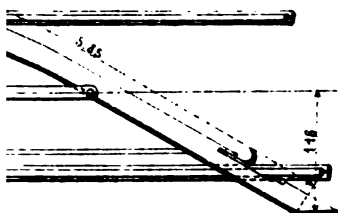


Fig.5.

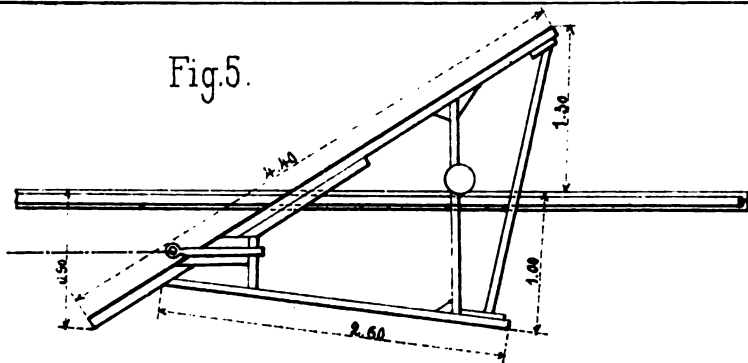


Fig.10.

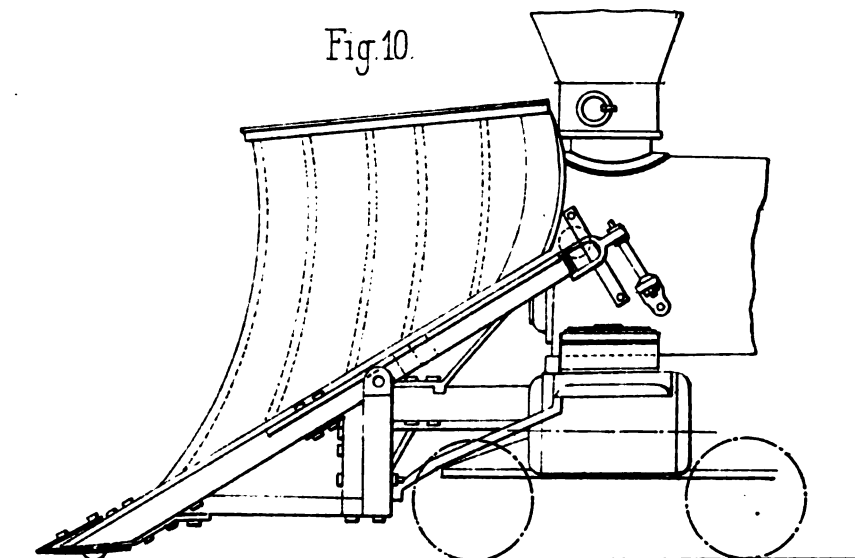
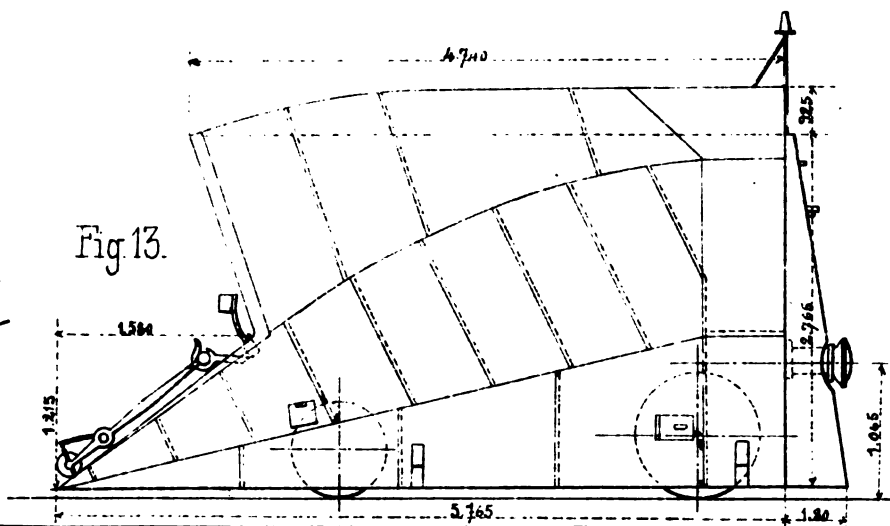


Fig.13.

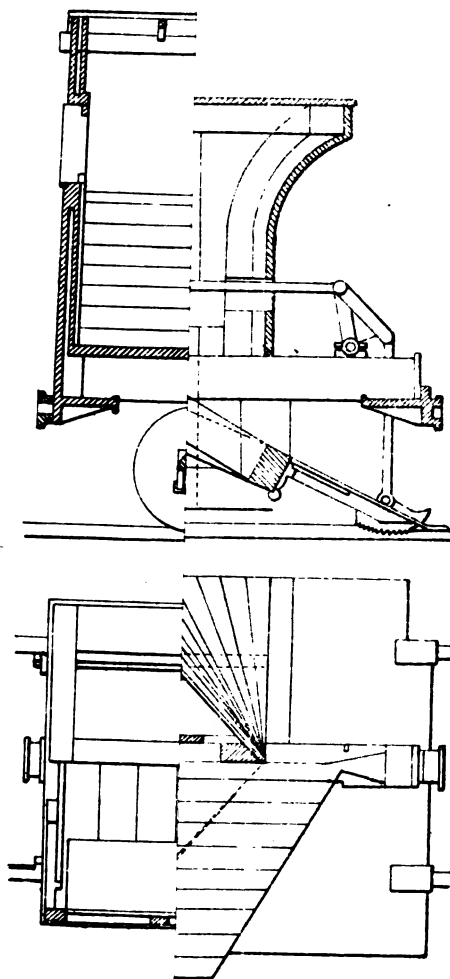


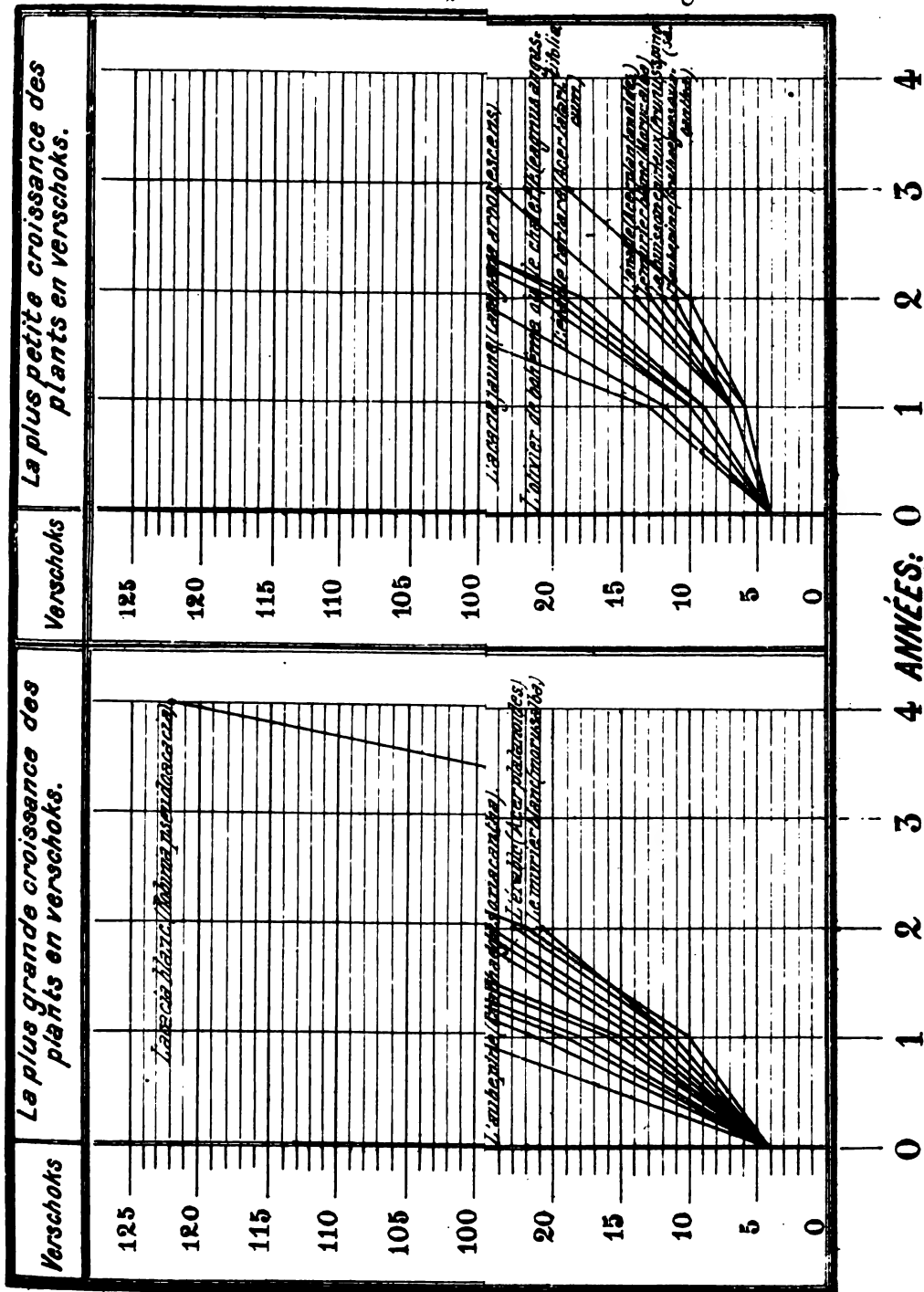
Projet d'un appareil pour la culture des légumes.





EXPOSÉ DE l'ordre de la 2^{me} Session du Congrès PLVII



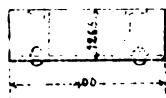
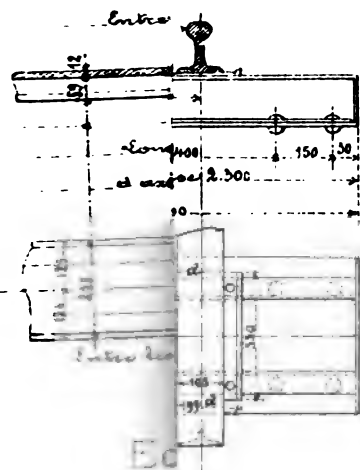


1 Verschok - 0,045^m

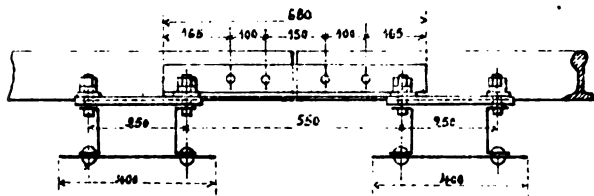
traverse.

Modèle C

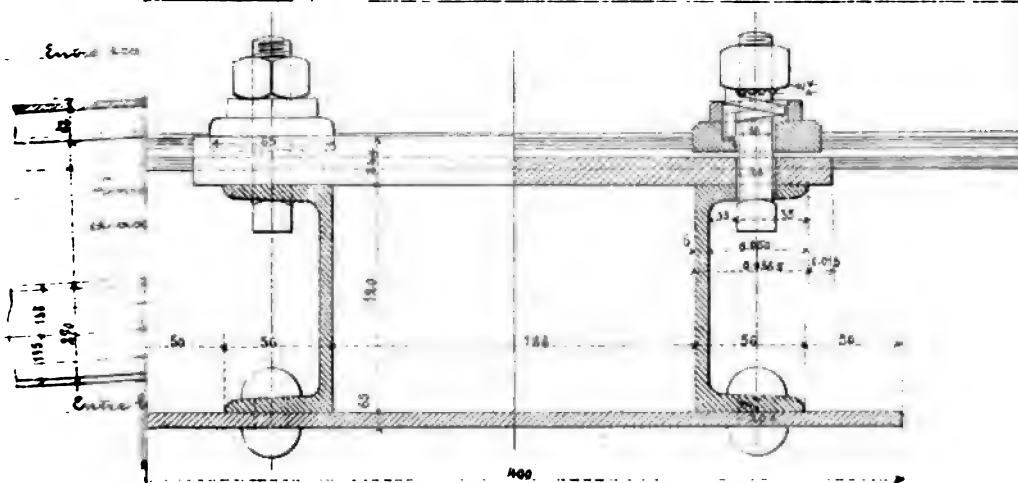
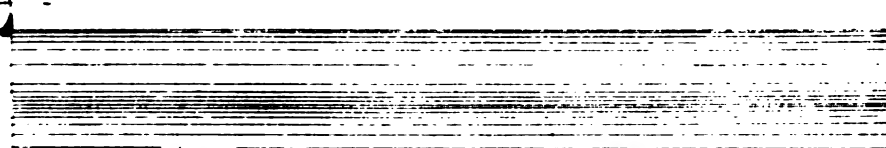
Vue du bout de la traverse

Forme des trous à faire dans le cha-
peau des fers en U pour le logement des
ergots déboulants à l'attache du rail.

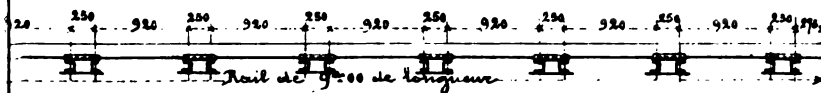
Echasse



Coupe transversale de la traverse.



Pose d'un rail de 9 mètres.



P. Wassendrecht, auteur, Bruxelles.

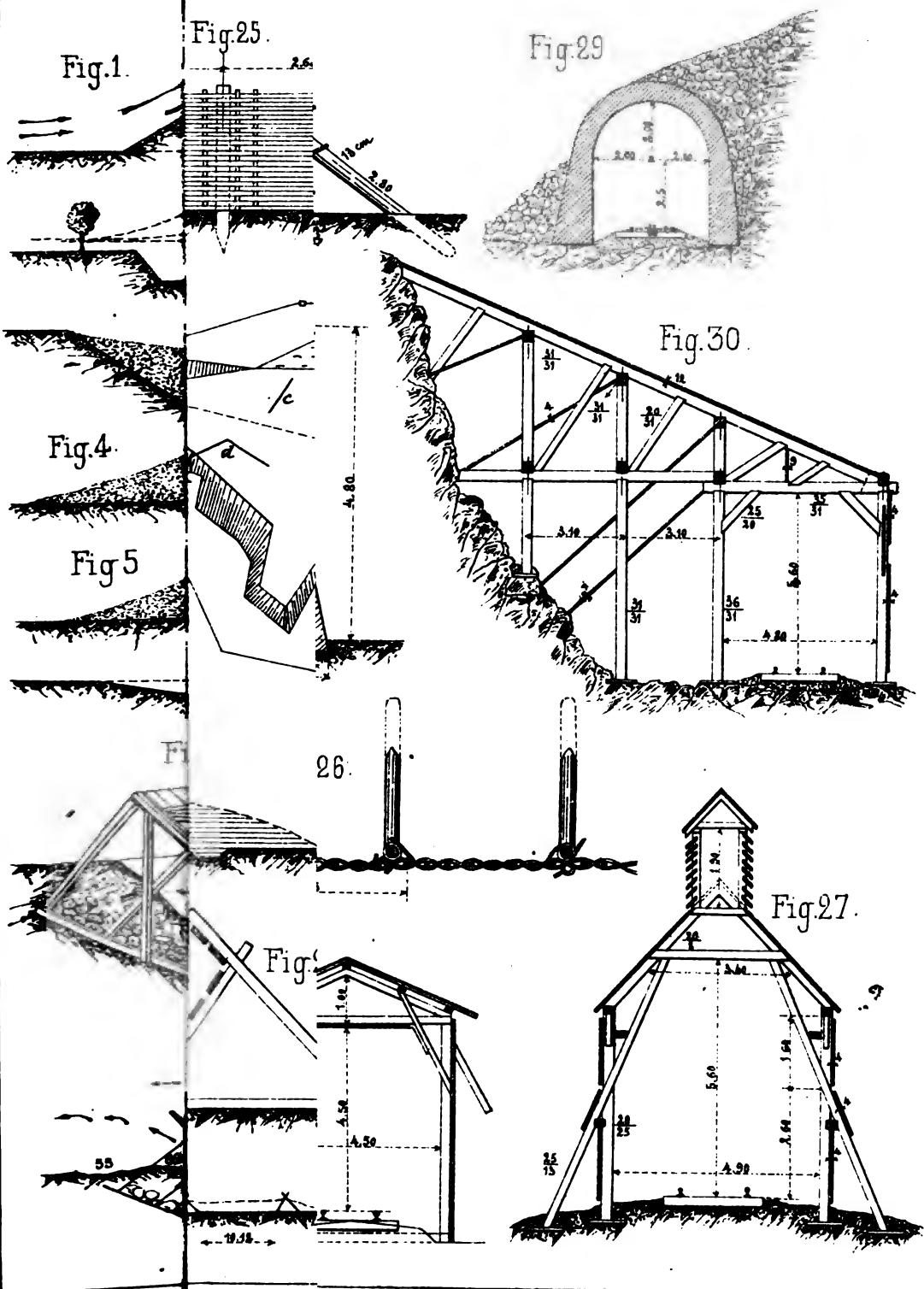


Fig.1.Elevation.

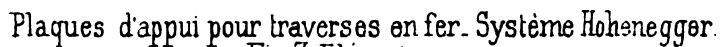
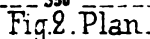


Fig.3.Elevation.

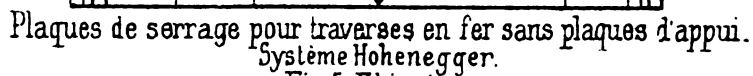
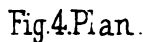
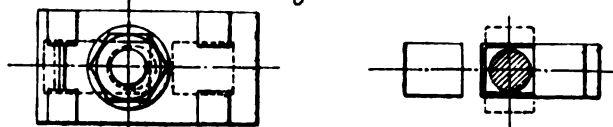
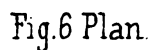


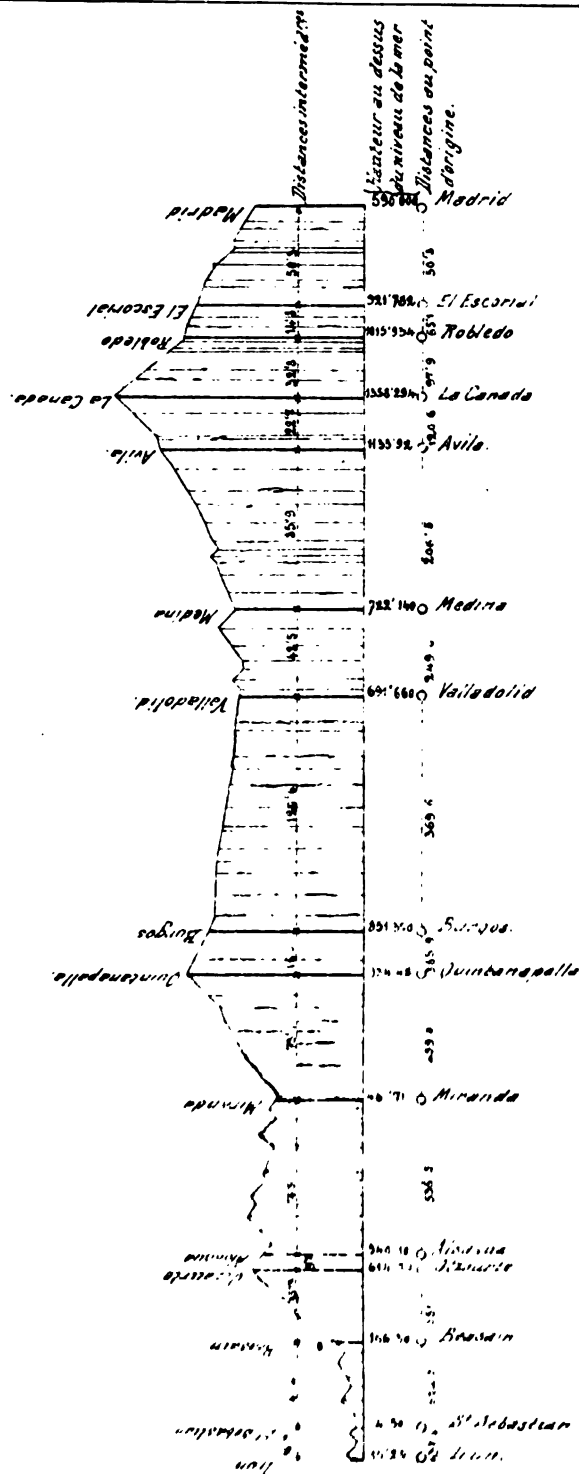
Fig.5.Elevation

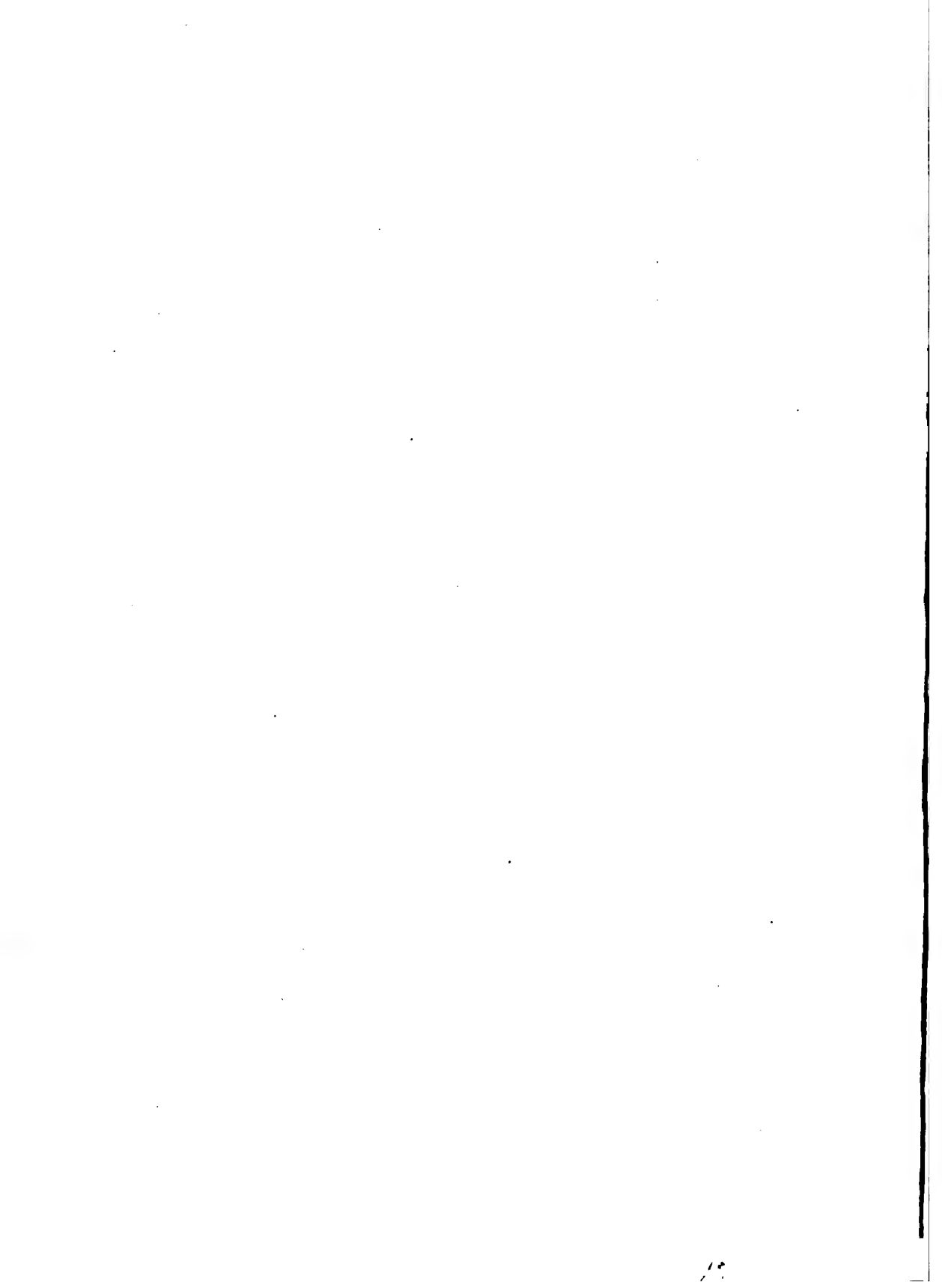


Profil longitudinal

de

Madrid à Irun.







The image shows the front cover of a book. The cover is decorated with a dark, marbled pattern featuring large, irregular, light-colored veins against a dark background. In the bottom right corner, there is a white, triangular-shaped library label. The label contains the text "For USE IN LIBRARY DO NOT REMOVE FROM LIBRARY" in a bold, sans-serif font. A small, rectangular, metallic-looking object is attached to the bottom edge of the label.

For
USE IN LIBRARY
DO NOT REMOVE
FROM LIBRARY

